Zeitschrift
für den
Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XXXIII. Jahrgang. **Zweites Heft.** März 1920.

Zur Weiterentwickelung der chemischen Namengebung.

Von Prof. **O. Ohmann** in Berlin.

In der für den chemischen Unterricht nicht unwichtigen Frage der besten chemischen Namengebung sind in dieser Zeitschrift wiederholt die Waffen gekreuzt worden. Es sei erinnert an den Aufsatz von R. Stein „Sprachlogik bei chemischen Namen“ (*d. Zeitschr. 30, 195/199*) — in welchem u. a. angegangen wird gegen die Benennungen Chlorblei und salpetersaures Kalium zugunsten von Bleichlorid und Kaliumnitrat —, und an die sich mit diesem Aufsatz beschäftigenden Bemerkungen von R. Winderlich (*d. Zeitschr. 30, 270*) — in denen für die Gleichberechtigung jener Namen eingetreten wird — sowie an die von O. Ohmann (ebenda S. 271) — in denen auf die Wichtigkeit volkstümlicher deutscher Benennungen hingewiesen wird. Es sei ferner erinnert an den Aufsatz von O. Ohmann „Über das Verhältnis der Begriffe Verbindungsgewicht, Äquivalent- und Atomgewicht im Mittelschul- und Hochschulunterricht“ (*d. Zeitschr. 27, 330/334*), in welchem für die von namhaften Hochschul-Didaktikern aufgestellte Gleichsetzung von Verbindungsgewicht und Atomgewicht gekämpft wird. Auch der Aufsatz von Prof. K. Fajans-München „Zur Begriffsbestimmung des chemischen Elementes“ (Bericht in *d. Zeitschr. 33, 29*) ist noch hierher zu rechnen.

Neuerdings wird die Frage der chemischen Namengebung wieder aufgenommmen in einem kurzen, aber sehr beachtenswerten Aufsatz von Prof. Dr. Alfred Stock, Berlin-Dahlem: „Einige Nomenklaturfragen der anorganischen Chemie“ [1]). Wir geben daraus die für die Schulchemie wichtigsten Sätze wörtlich wieder: „Herr K. A. Hofmann hat in der neuen Auflage seines „Lehrbuches der anorganischen Chemie“ [2]) auf meinen Vorschlag eine neuartige Bezeichnungsweise der Wertigkeiten — zunächst neben den alten Namen — angewendet, die mir vor den älteren Vorteile zu bieten scheint. Die Wertigkeit der Elemente wird danach durch eine dem Elementnamen unmittelbar angefügte, in Klammern gesetzte Ziffer gekennzeichnet. Z. B. PCl_3: Phosphor(3)-Chlorid; $FeSO_4$: Eisen(2)-Sulfat, gelesen: Eisen-zwei-Sulfat; Fe_3O_4: Eisen(2, 3)-Oxyd. Diese Bezeichnungsweise ist einfach, deutlich, ohne weiteres verständlich, allgemeinster Anwendung fähig und kann zu Verwechslungen kaum Anlaß geben [3]). Auch in gedanklicher Hinsicht ist sie einwandfrei, z. B. lenkt „Eisen(3)-Chlorid“ die Gedanken folgerichtig nacheinander auf Eisen, auf die dreiwertige Form des Eisens, auf das Chlorid dieser dreiwertigen Form. Die Namen lassen sich anstandslos lesen, wenn sie sich auch nicht durch besondere Klangschönheit auszeichnen.“

Hinsichtlich dieser Bezeichnungsweise sei zunächst erwähnt, daß sie in gewissem Sinne ihre Vorläufer in der chemischen Schulbuchliteratur hat. In dem Leitfaden der Chemie von M. Ebeling finden sich die Benennungen „Phosphorfünfoxyd (für P_2O_5),

[1]) Zeitschrift für angewandte Chemie 32, Nr. 98 S. 373 f., Dezember 1919.

[2]) Vgl. dieses Heft „Neu ersch. Bücher u. Schr.“

[3]) „Die eingeklammerten Zahlenpaare (1, 2) und (1, 6) dienen zur Bezeichnung der — nur in wenigen Fällen in Betracht kommenden — Stellungsisomerie von Komplexverbindungen.“

Stickstoffzweioxyd, Kohlenzweioxyd, Manganzweioxyd" usw. Hier handelt es sich also im wesentlichen um eine Verdeutschung der griechischen Zahlenworte; auch andere Ansätze zu deutscher Namengebung befinden sich daselbst: „Einnatriumphosphat" für NaH_2PO_4, „Zweicalciumphosphat" für $Ca_2H_2(PO_4)_2$ usw. Hin und wieder kann man solcher Benennungsweise auch in anderen Schulbüchern begegnen, in größerem Umfange hat sie sich nicht durchgesetzt; das Streben nach Verdeutschung ist in ihr wohl lobend anzuerkennen, doch ist sie im ganzen nicht genügend ausgereift — in meinem „Leitfaden der Chemie" habe ich mich nicht entschließen können sie anzuwenden. Was ist ihr Hauptkennzeichen? Die deutsche Zahl gibt in ihr die Anzahl der Atome des betreffenden Elementes an.

Ähnlich verfährt die von Rosenheim und Koppel zum Zwecke eines einheitlichen Sachregisters eingeführte Bezeichnungsweise, die von Prof. Stock a. a. O. erwähnt wird. Hier werden auch die Zahlen der Atome oder sonstigen Liganden durch Ziffern wiedergegeben, z. B. Fe_2O_3 = 2-Eisen-3-oxyd, K_3PO_4 = 3-Kalium-1-phosphat. Dies hat den Vorteil, daß auf die gleichzeitige Anwendung deutscher und lateinischer Namen (z. B. Eisen, Ferro-, Ferri-) verzichtet werden kann, und daß sich darum im Register alle Verbindungen eines Elements mit diesem zusammen aufgeführt finden.

In der Bezeichnungsweise von Prof. Stock bedeutet dagegen die Zahl, bzw. die eingeklammerte Ziffer, die Wertigkeit des betreffenden Elementes. Damit ist ein erheblicher Fortschritt in der chemischen Namengebung verbunden. Aus der oben erwähnten Formel „Fe_3O_4 = Eisen (2, 3)-Oxyd" folgt für FeO die Bezeichnung Eisen(2)-Oxyd — die später, wenn sich die neue Bezeichnungsweise erst eingebürgert hat, wohl flüssiger als „Eisen(2)oxyd" zu schreiben wäre, sofern ein für allemal festgesetzt wird, daß sich die eingeklammerte Ziffer auf das vorangehende Wort bezieht —, es entfällt also die Benennung -oxydul, die nur etwas konventionell Relatives aussagt, während mit Fe(2)-Oxyd eine hervorstechend wichtige Eigenschaft durch die Ziffer gekennzeichnet wird. In Formeln, wie PCl_3, PCl_5, wo die Wertigkeit des ersten Elements mit der Atomzahl des zweiten (einwertigen) zusammenfällt, stimmt wohl die Sprechweise der neuen Bezeichnungsart mit der oben gekennzeichneten gewisser Schullehrbücher völlig überein — in beiden wird Phosphordreichlorid usw. gesagt — doch ist dies nur ein zufälliges Zusammentreffen. Viel wichtiger als die Atomzahl ist die Kennzeichnung der Wertigkeit. Eisen-zwei-Sulfat ist entschieden dem ganz fremdartig anmutenden Ferrosulfat vorzuziehen, Quecksilber-eins-Chlorid dem Quecksilberchlorür oder dem Mercurochlorid, zumal die Endigungen -o und -i etwas Vages an sich haben, indem sie sich bald auf ein 1- und 2-wertiges Element (Cupro-, Cupri-), bald auf ein 2- und 3-wertiges (Ferro-, Ferri-), bald auf ein 2- und 4-wertiges (Mangano-, Mangani-) beziehen. Freilich darf man nun bei den arabischen Ziffern nicht mehr an die (abgeschliffenen) griechischen Zahlwörter di, tri, usw. denken; das frühere Mangandioxyd MnO_2, wird jetzt mit „Mangan-(4)-Oxyd" (K. A. Hofmann) bezeichnet und Mangan-vier-Oxyd gesprochen, da hier vierwertiges Mangan vorliegt, das zur Oxydation zweier Sauerstoffatome bedarf; Mangandioxyd gab allerdings die Formel schneller wieder.

Es mag unentschieden bleiben, ob sich die neue Bezeichnungsweise vielleicht schneller einführen würde, wenn statt der arabischen Ziffern römische gesetzt würden; Eisen-(III)-Oxyd oder $Eisen^{III}$-Oxyd oder noch kürzer $Eisen^{III}$oxyd ist ebenfalls unmißverständlich — in diesem Fall könnte sogar die Klammer ganz fortfallen. Wir sind so sehr gewöhnt, die arabischen Ziffern gerade als Indices für die Anzahl der Atome zu setzen; dagegen sind die römischen Ziffern vielfältig und seit langem zur Bezeichnung der Wertigkeit in Gebrauch, sowohl in wissenschaftlichen wie auch in Schullehrbüchern.

Wenn wir die neue Bezeichnungsweise auch in die Schulchemie aufnehmen wollen, so wird es sich bei den Salzen empfehlen noch einen kleinen Schritt weiter

zu gehen, der ganz in der Richtung der neuen Bezeichnungsweise liegt. Wie ich schon in den oben berührten „Bemerkungen“ zu dem Steinschen Aufsatz erwähnte, bedürfen wir im ersten chemischen Schulunterricht der volkstümlichen Bezeichnungen der Salze, also salpetersaures Silber, essigsaures Blei usw. Die Nitrate, Sulfate usw. sollen im Unterricht gewiß nicht unerwähnt bleiben, zuerst müssen aber längere Zeit die erstgenannten deutschen Namen vorwiegen. Wo nun verschiedenerlei Wertigkeit zu unterscheiden ist, wie bei den beiden schwefelsauren Eisensalzen, ergeben sich die Benennungen „schwefelsaures Eisen(2)“, „schwefelsaures Eisen(3)“, „salpetersaures Kobalt(2)“ usw. Diese einfache Folgerung hat bereits, wie ich einer mündlichen Mitteilung entnehme, die volle Zustimmung des Urhebers der neuen Bezeichnungsweise gefunden. Läßt man für Natriumchlorid die gelegentliche Benennung salzsaures Natrium gelten — sie hat wegen der Analogie mit den Sauerstoffsäuren gewisse methodische Vorteile — so würden sich dementsprechend ergeben für Mercurochlorid, bei K. A. Hofmann „Quecksilber(1)-Chlorid“, die gelegentliche Bezeichnung „salzsaures Quecksilber(1)“, für Mercurichlorid „salzsaures Quecksilber(2)“; analog bei den Kupferverbindungen usw. Ebenso wird man statt Ferrosalze Eisen(2)-salze, statt Cuproverbindungen Kupfer(1)verbindungen setzen.

Es ist ein großes Glück für die neue Bezeichnungsweise, daß sie gleich durch ein so schönes Werk, wie das Hofmannsche Lehrbuch der Chemie, propagiert wird. Dadurch wird sie vermutlich in akademischen Kreisen schnell Eingang finden. Wir glauben aber diese ganze Neuerung der chemischen Namengebung auch für den chemischen Mittelschulunterricht, insbesondere für die Schullehrbücher durchaus empfehlen zu müssen. Sie ist klar und leicht verständlich und leistet gerade der Schulchemie dadurch besondere Dienste, daß sie die Möglichkeit weiterer Namenverdeutschung gewährt.

Einstweilen sind natürlich in den Lehrbüchern alle älteren Namen neben der neuen Bezeichnung beizubehalten; einmal um der Kontinuität willen und dann um Verwechselungen vorzubeugen und das richtige Verständnis für Werke vorzubereiten, in denen nur die bisher übliche Benennung angewandt ist. Das sieht zunächst wie Mehrbelastung aus, in Wirklichkeit dient es aber nur zu weiterer Klärung. Was von den älteren Namen entbehrlich ist, wird sich schon allmählich von selbst ergeben. Nicht nehmen lassen wollen wir uns aber alle ganz populär gewordenen Namen, wie Eisenvitriol, Ätzkalk, Höllenstein, Glaubersalz u. v. a. Gerade sie sind im Unterricht mit in erster Linie zu pflegen, nicht nur weil sich in ihnen oft ein Stück Geschichte der Chemie verkörpert, sondern weil sie durch ihre Ursprünglichkeit und ihren oft originellen Gedankeninhalt besonders mit dazu beitragen, die Chemie, die im Unterricht mit mancherlei Sprödigkeiten zu rechnen hat, etwas geschmeidiger zu machen und wirklich einzubürgern. Vom Standpunkt der Schulchemie ist es daher als ein besonderer Vorzug des Lehrbuches von Karl A. Hofmann zu bezeichnen, daß hier diese populären Namen nicht nur bei erstmaliger Namensaufstellung einer Verbindung nicht übergangen, sondern auch sonst im Text wiederholt zu finden sind. Daß dieser Hochschullehrer die volkstümlichen Namen auch im Unterricht ausgiebig verwendet und für besonders nützlich hält, bleibe gleichfalls nicht unerwähnt. In dem genannten Lehrbuch werden so auch die vielgebrauchten Namen Chlorcalcium, Chlorbaryum, Cyankalium u. a. reichlich verwendet, während im allgemeinen die umgekehrte Benennung (-chlorid usw.) bevorzugt ist. Diesen gesunden Standpunkt gegenüber den volkstümlichen Namen sollte auch die gesamte Schulchemie, in Unterricht und Lehrbuch, einnehmen.

Man stellt es oft als einen besonders lästigen Umstand hin, daß im Unterricht bei den erwähnten Namen — bei den Chloriden, Sulfiden usw. einerseits und den deutschen Benennungen der Salze andererseits — jedesmal 2 Namen für 1 Sache zu lernen seien, man spricht oft von doppelter Belastung und tritt für „konsequente“ Durchführung einer einzigen Benennung ein. Sehen wir uns einmal diese doppelte

Belastung etwas näher an. Sind wir zunächst doch auch in der Wissenschaft nicht immer „konsequent“ und lassen wir dort die Namen Chlorwasserstoff, Jodwasserstoff usw. nicht nur gelten, sondern benützen sie als ausschließlich gebräuchliche, während doch begrifflich Wasserstoffchlorid, Wasserstoffjodid folgerichtig wäre. Dann aber sind ja im einzelnen Fall tatsächlich nicht zwei neue Namen von gleicher Schwierigkeit einzuprägen. Vielmehr ergibt sich, sobald einmal das Gedächtnis darauf eingestellt ist, daß gewisse Chlorverbindungen auch „Chloride“ genannt werden, in jedem einzelnen Fall, z. B. beim Chlornatrium, die zweite Benennung, Natriumchlorid, ganz von selbst. Ganz analog ist es auch bei den verschiedenen Gruppennamen der Salze. Lassen wir getrost diese doppelten Namen bestehen, sie stören einander nicht, man kann sogar geltend machen, daß sie sich gegenseitig unterstützen, indem der deutsche Name die neu auftretende chemische Verbindung, z. B. salpetersaures Silber, unzweideutig kennzeichnet, während der zweite Name, Silbernitrat, dieselbe Verbindung als Glied einer ganzen Gruppe erkennen läßt. Ähnliches gilt selbst von der gelegentlichen Verwendung einiger pharmazeutischer Namen, zumal am lateintreibenden Realgymnasium; sie belasten nicht — das würden sie nur bei „konsequenter“ Durchführung, die natürlich ganz verkehrt wäre — sondern beleben den Unterricht, indem sie die praktische Verwendung des neuen Stoffes kennzeichnen; auch wird sich der Primaner freuen, wenn er zufällig auf einem ihm vorgelegten ärztlichen Rezept Arg. nitr. zu deuten versteht.

Von der neuen Bezeichnungsweise bleiben übrigens viele Namen unberührt. Dies gilt u. a. von den Sulfiden, den Stickstoffoxyden und überhaupt von allen Verbindungen, in denen die durch die eingeklammerte Ziffer zu kennzeichnende Wertigkeit nicht einwandfrei feststeht. Hier bleiben auch die griechischen Zahlwortteile, -di-, tri- usw. in voller Geltung. Es ist eine spätere Sorge, wie hier vielleicht Vereinheitlichung durchgeführt werden könne, wenn sie überhaupt ohne Gewalt durchführbar ist. Inzwischen ist jeder Fortschritt auf begrenztem Gebiet willkommen zu heißen.

In dem erwähnten Aufsatz macht Prof. Stock noch auf einige andere Punkte aufmerksam. „Es heißt ‚Carbid‘, ‚Hydrid‘ usw., entsprechend Sulfid usw., nicht aber ‚Carbür‘, ‚Hydrür‘, wie bei uns oft in Anlehnung an die französischen Namen carbure, hydrure usw. geschrieben wird.“ „‚Peroxyde‘ (kürzer als ‚Superoxyd‘) sollen nur diejenigen Oxyde genannt werden, welche Peroxyd-Charakter (dem Wasserstoffperoxyd entsprechend) besitzen, mit Wasser oder Säuren H_2O_2 geben, also z. B. Na_2O_2, BaO_2, nicht aber die Oxyde vierwertiger Metalle, wie z. B. MnO_2, PbO_2.“ Ebenso wird des näheren begründet, daß es sich empfiehlt die Säure $H_2S_2O_4$ „unterschweflige Säure“ (Salze „Hyposulfite“) und die Säure $H_2S_2O_3$ „Thioschwefelsäure“ (Salze „Thiosulfate“) zu nennen (mit Wagner, 1877, Roscoe-Schorlemmer 1877/79 und Bernthsen 1881, dem wir die richtige Formel $H_2S_2O_4$ verdanken). — Man wird diesen, seitens der Schulchemie besonders beherzigenswerten Vorschlägen sicher allgemein zustimmen. Im Schulunterricht werden wir also das vielgenannte Fixiersalz „Thioschwefelsaures Natrium“ zu nennen haben (wenn man nicht, da „Thio“ unmittelbar Schwefel bedeutet, von Schwefelschwefelsaurem oder Geschwefeltschwefelsaurem Natrium sprechen will); die Benennung „Unterschwefligsaures Natrium“ und „Natriumhyposulfit“ kommt für dieses Salz jedenfalls in Fortfall.

Hier möchten wir noch einige weitere Wünsche anfügen. Im Kriege hat sich nicht nur bei den Pionieroffizieren, sondern auch bei den Mannschaften, die mit den Sprengungen zu tun hatten, der Name Ammonsalpeter völlig eingebürgert; wir sollten mit der gleichen zweckmäßigen Abkürzung von Ammonsulfat, Ammonhydroxyd, allgemein von Ammon reden und schreiben. Vereinzelt geschieht dies schon: so spricht z. B. E. v. Meyer in seiner Geschichte der Chemie von „kohlensaurem Ammon“. Beim Antimon (cf. regulus antimonii) hat man die beiden lateinischen Endsilben längst abgeschliffen. Sie könnten auch bei dem langatmigen Aluminium

(von alumen) fallen; Aluminmetall, Aluminsulfat usw. haben guten Klang (vgl. Plastilina und das kürzere Plastilin). Sprechen wir doch auch von Cer und Thor u. a. Aber wiederum sei nicht „durchgängige Konsequenz“ oder „Ablehnung“ die Alternative — die scheinber real gedacht, in Wirklichkeit meist nur ideologisch, zuweilen geradezu verkehrt ist; denn sonst würden wir auf Caes und Magnes geraten.

Mit der Namengebung hängt auch die Schreibweise eng zusammen. Es ist unleidlich, in manchen Schullehrbüchern beim Silicium dem Wort Silizium zu begegnen, während ein paar Zeilen weiter von Silikaten die Rede ist — beiläufig sollten wir im Unterricht häufiger von Kieselstoff reden, welches Wort ja die unmittelbare Verdeutschung jenes Namens (cf. silex) ist. — Noch schlimmer ist es beim Calcium, das ebenda oft in abscheulicher Schreibweise mit K und z anzutreffen ist, während vom Schüler verlangt wird, daß er nur mit Ca abkürzen darf. Mit solchen Maßnahmen wird jedem natürlichen Sprachgefühl ins Gesicht geschlagen. Hätte dem Philologen, der diese Schreibweise aufgestellt hat, ein Sachverständiger gesagt, daß das Wort „Calcium“ kein Volksausdruck ist, sondern nur im fachwissenschaftlichen Unterricht verwendet wird (auch der Umstand, daß sich inzwischen der Stoff Calciumcarbid weit verbreitet hat, ändert daran nichts) und daß vor allem nur die Abkürzung „Ca“ in allen Formeln zu setzen ist, so wäre sicher dieser Eingriff in die fachwissenschaftliche Rechtschreibung unterblieben. Mit der Ausmerzung des C hat der philologische Rechtschreibungsausschuß überhaupt der Volksschule ein Armutszeugnis ausgestellt, das sie nicht verdient. Die „Rechtschreibung der naturwissenschaftlichen und technischen Fremdwörter“ des Vereins deutscher Ingenieure, bearbeitet von Dr. H. Jansen (Berlin-Schöneberg, Langenscheidtscher Verlag) hat hier helfend eingegriffen; dies Werk ist in wissenschaftlichen Kreisen maßgebend, z. B. verlangt die Deutsche Chemische Gesellschaft für ihre „Berichte“ in den Manuskripten nur die dortige „gelehrte Schreibung“. — Wer Griechisch gelernt hat und sich an Baryum gewöhnt hat, dem wird es schwer, Barium zu schreiben. Und doch ist dies nach Jansen die richtige Wortbildung (aus *βαρ* und dem Suffix -ium). Um hier ganz sicher zu gehen, wandte ich mich an meinen früheren Amtsgenossen, den bekannten Sprachforscher Prof. Dr. G. Mahlow (Berlin-Steglitz), noch die Frage hinzufügend, ob etwa auch Baryt, von dem ich mich noch schwerer trennen würde, nicht richtig gebildet wäre. Aus der Antwort erlaube ich mir folgendes wiederzugeben: „Das lateinische Suffix -ium tritt an die Stelle eines vorhandenen Suffix bei der Neubildung eines abgeleiteten Wortes, Beispiel somnus (Schlaf) — somnium (Traum). Denkt man sich also *βαρύς* latinisiert in der Form barus, so kann das Ergebnis nur barium sein. Wollte man vom Lateinischen absehen, innerhalb des Griechischen wäre *βάρυον* von *βαρύς* ganz unmöglich. Also Baryum ist sprachlich ein Unding. Dr. Jansen hat einen guten Berater gehabt. — Baryt ist aber auch nicht besser. Die Endung -it der Mineralogie ist griechisch und stammt offenbar von Pyrit, *ὁ πυρίτης λίθος*. Würde der Grieche von *βαρύς* ein Wort der Art gebildet haben, so hieße es *βαρίτης*. *Θερσίτης* (Frechdachs) gehört zu *θρασύς*; vgl. auch *ἡδ-ύς*, *ἡδ-ίων*, *ἥδιστος*. Maskulina auf *-ύτης* gibt es überhaupt nicht, nur solche auf *-άτης* (*-ήτης*), *-ίτης* und *ώτης*. Die Feminina auf *-ύτης* kommen hierbei nicht in Betracht; sie bezeichnen Eigenschaften, *ἡ βαρύτης* die Schwere.“

Danach kann kein Zweifel bestehen, daß wir in der Chemie allgemein nur vom Element Barium schreiben und sprechen dürfen. Wir wollen aber auch in der verschwisterten Mineralogie nur von Barit, mit langem i- schreiben und sprechen und auch in Pyrit, Calcit usw. usw. die letzte Silbe, die man recht oft gekürzt hört, allgemein wieder dehnen. Daß man in der organischen Chemie, wo zuweilen griechische Buchstaben benutzt werden, nicht von *βεττα* statt *βητα* sprechen darf, sei beiläufig erwähnt, — und doch hört man diese Sprachunart gelegentlich selbst bei Mathematikern; sie zeigen dadurch nur, daß sie kein Griechisch gelernt haben — das

mag noch hingehen —, aber auch nicht einmal das griechische Alpha-Bet (sie müßten Alpha-Bett sagen und ebenso Analphabetten), das man doch wohl zur allgemeinen Bildung rechnen muß, sich angeeignet haben. Da Nomenklatur, Orthographie und Orthoepie, als rechte Sprechweise, eng zusammengehören, so seien diese Mahnungen zur richtigen Aussprache gestattet.

Schließlich noch einige Bemerkungen zum Wort „Verbindungsgewicht", und zu meinem oben erwähnten Aufsatz. Zunächst sei ergänzend mitgeteilt, daß den Einsender der Anfrage, durch die jener Aufsatz veranlaßt wurde, Herrn Dr. O. Lemcke, meine Darlegungen, laut brieflicher Benachrichtigung, „durchaus überzeugt" haben. Ferner ist die dort angegebene Reihe derjenigen Hochschullehrer, die das Wort „Verbindungsgewicht" nur im Sinne von Atomgewicht gebrauchen, inzwischen durch zwei namhafte Didaktiker der Chemie vermehrt worden, nämlich A. F. Holleman (in „Lehrbuch der anorg. Chemie", 13. Aufl. 1916) und K. Fajans (in „Radioaktivität und die neueste Entwicklung der Lehre von den chemischen Elementen" vgl. die Anzeige in d. Heft). Es kann m. E. keinem Zweifel unterliegen, daß diejenigen Hochschullehrer, die an der älteren Bezeichnungsweise (Verbindungsgewicht = Äquivalentgewicht) bedauerlicherweise noch festhalten, bei genauerer Überlegung dahin kommen müssen, der neueren Bezeichnungsweise (Verbindungsgewicht = Atomgewicht) den Vorzug zu geben. Eine rationelle Einführung in die Chemie führt von selbst zu diesem Ziel. Wenn wir unsere Schüler — gleichviel ob dies Sekundaner oder anfangende Studenten sind — qualitativ, am sichersten ausgehend von festen Naturkörpern, in die ersten Wunder der Chemie und in die erste große Einsicht, den Elementbegriff, eingeführt haben, so entsteht bei weiterem Eindringen bald von selbst die Frage nach dem Quantitativen, und alles drängt, nachdem verschiedene Versuche (besonders gasvolumetrische) partielle Klarheit verschafft haben, nach dem einen Ziel hin: die gesamten Zahlenverhältnisse, nach denen die Elemente in der Natur miteinander verbunden sind oder sich künstlich miteinander verbinden lassen (Gesetz der konstanten Gewichtsverhältnisse und der multiplen Proportionen), in einem großen Gewichtsgesetz zusammenzufassen. Hierfür gibt es gar keinen andern Ausdruck als „Verbindungsgewichtsgesetz". Der Begriff des „Äquivalentgewichts" (Ersatzgewicht nach A. W. Hofmann) ist zu diesem umfassenden Begriff nur eine Vorstufe. Wenn auch also die Analysenresultate in erster Linie uns nur Ersatzgewichte (Äquivalentgewichte) liefern, so dürfen wir doch nicht auf diese Zahlengrößen, die uns nur angeben, wie sich die Elemente mit 1 g Wasserstoff (nach der früheren Einheit) umsetzen, jenen allgemeinen Begriff Verbindungsgewicht anwenden, müssen diesen vielmehr für jenes umfassende Gesetz vorbehalten.

Dieses Verbindungsgewichtgesetz läßt sich rein empirisch aufstellen, was besonders für die Schulchemie methodische Vorteile hat. Meist wird es aber in akademischen Lehrbüchern gleich mit der Atomhypothese verknüpft. In diesem Falle, wenn also gleich auf die Atomgewichte losgesteuert wird, kann man ja allein mit dem Vorbegriff des Äquivalentgewichtes auskommen und den umfassenden, sich mit Atomgewicht deckenden Begriff Verbindungsgewicht überhaupt vermeiden. So verfährt z. B. Karl A. Hofmann in seinem Lehrbuche. Es ist dies gewöhnlich mit einem ziemlich frühen Auftreten der Atomlehre verknüpft, das für die Schulchemie nicht erstrebenswert ist. In dieser kann vielmehr die empirische Grundlage all jener Gewichtsgesetzmäßigkeiten zuerst nicht eindringlich genug zum Bewußtsein gebracht werden. Möchte der Zeitpunkt, wo in der Schulchemie sowie Hochschulchemie bezüglich der Benennungen Verbindungsgewicht, Äquivalent- und Atomgewicht keine Unstimmigkeiten mehr vorhanden sind, nicht mehr fern sein. Möchten auch bei der Weiterentwickelung der gesamten Nomenklatur Hochschulchemie und Schulchemie dieselben Wege einschlagen.

Eine weitere Versuchsanordnung für räumliches Sehen.

Von Dr. W. Merkelbach in Kassel.

Unter der Überschrift: „Eine einfache Versuchsanordnung zum räumlichen Sehen" hat W. Kisse vor kurzem *(ds. Z. 32, 1919, S. 128)* lehrreiche Versuche veröffentlicht, die vor allem durch eine neue Art der Bilderzeugung bemerkenswert sind. Kisse stellt seine Bilder durch Schattenprojektion her. Für ihre Vereinigung zum Raumbild durch das Auge gibt er drei Methoden an. Eigentümlich für alle ist, daß sie nur Einzelbeobachtung gestatten. Für den Klassenunterricht dürften sie etwas zeitraubend sein, zumal zwei derselben, wie der Verfasser selbst hervorhebt, eine gewisse Übung in der Betrachtung erfordern.

Die in folgendem beschriebenen Versuche geben die Möglichkeit, die perspektivischen Schattenbilder, die sich ja leicht in größerem Maßstab herstellen lassen, der gleichzeitigen stereoskopischen Betrachtung seitens vieler Beobachter zugänglich zu machen.

Hierbei habe ich die Vereinigung der Schattenbilder zum Raumbild nach einer Methode bewirkt, die zur Betrachtung größerer durch Bildwurf hergestellter Stereoskopbilder schon in Anwendung gekommen ist. Es ist das Verfahren, nach welchem die beiden Bilder in Komplementärfarben (rot und grün) an dieselbe Stelle des Bilderschirms projiziert werden und zwar dadurch, daß das Diapositiv aus zwei aufeinander gelegten Stereoskopbildern in diesen Farben zusammengesetzt ist. Die Bilder werden nun durch Brillen mit einem roten und einem grünen Glase betrachtet. Weil ein solches Glas nur das Licht des gleichfarbigen Bildes durchläßt, das andere Bild aber auslöscht, wird für jedes Auge nur das dafür bestimmte Teilbild sichtbar. Genaueres über das Verfahren findet man in einem empfehlenswerten Schriftchen von Rosenberg [1]).

Für unsern Zweck geeignete Schattenbilder kann man dadurch erhalten, daß man vor die eine der zu ihrer Erzeugung dienenden, möglichst punktförmigen Lichtquellen eine rote, vor die andere ein grüne durchsichtige Scheibe setzt. Das rote Licht z. B. entwirft dann ein schwarzes Schattenbild auf rotem Grund, das durch eine ebensolche rote Scheibe betrachtet unverändert erscheint. Durch eine grüne Scheibe gesehen verschwindet aber das Bild, weil der rote Grund, durch die für Rot undurchlässige Scheibe betrachtet, wie der Schatten schwarz erscheint. Voraussetzung ist, daß das von beiden Scheiben durchgelassene Licht keinen gemeinsamen Farbenbestandteil besitzt.

Vorzüglich geeignete Farbenfilter in Rot und Blaugrün für diesen Versuch lassen sich mit Hilfe der von den Farbwerken „Meister, Lucius & Brüning" zu Höchst a. M. hergestellten Farben: „Komplementrot D" und Komplementgrün D" verschaffen, indem man damit den Gelatineüberzug von Glasplatten färbt. Diese Platten bezieht man am besten von den genannten Farbwerken als „Druckplatten für Pinatypie".. Man kann sie aber auch durch Ausfixieren gewöhnlicher Gelatinetrockenplatten herstellen. Zum Färben bringt man die Platten mit der Schicht nach oben in Farbbäder, die entweder 2 g Komplementrot D oder 4 g Komplementgrün D in 200 g abgekochtem oder destilliertem Wasser gelöst enthalten. Zum Eintauchen bedient man sich der Plattenhalter. Der Farbton, der von der Stärke der Lösung abhängig ist, ist richtig, wenn man findet, daß er sich durch weiteres Eintauchen nicht wesentlich verstärkt. Das wird nach 8 Minuten sicher erreicht sein.

Nach dem Färben werden die Platten unter der Wasserleitung kurz abgespült, zum „Härten" etwa eine Minute lang in 3 % Alaunlösung gelegt und wieder kurz abgespült. Schließlich werden sie in einem Plattenständer getrocknet.

---

[1]) Dr. Karl Rosenberg, Beiträge zur Stereoskopie und zur stereoskopischen Projektion. Wien und Leipzig 1912. Preis beim Erscheinen 1.40 Mk.

Was die schattenwerfende Lichtquelle anlangt, so habe ich Versuche mit zwei Acetylen-Fahrradlaternen (ohne Spiegel) gemacht, die zwar gelangen, aber wenig helle und scharfe Bilder ergaben. Bei weitem günstigere Ergebnisse erhält man mit zwei nebeneinandergestellten Schwachstrombogenlampen. Nun werden nicht viele Anstalten zwei gleiche derartige Lampen besitzen oder sie gleichzeitig in Betrieb setzen können. Daher dürfte folgende sehr gut geeignete Methode zur Erzeugung der Doppelschattenbilder von Wert sein, die nur eine Projektionslaterne mit Kondensorlinse voraussetzt und helle, recht scharfe Bilder liefert.

Man macht das aus der Projektionslaterne austretende Licht nur schwach konvergent und bringt vor die Kondensorlinse eine Platte mit zwei gleichen kreisrunden Öffnungen, die in wagerechter Linie möglichst weit auseinander liegen. Mittelst zweier vorgesetzten Linsen erzeugt man von den Öffnungen auf einem durchscheinenden Schirm zwei vergrößerte Bilder, die wegen der Wirkung der Kondensorlinse in der umgekehrten Folge nebeneinander liegen. Wenn man die Linse auseinanderschiebt, wandern die Bildkreise mit und man kann erreichen, daß diese sich decken, wobei das Licht die einander zugekehrten Linsenhälften durchsetzt. Dann wird der Schirm von zwei Lichtkegeln getroffen, deren Spitzen jene beiden Punkte sind, die zugleich die Spitzen der aus den beiden Linsen austretenden kleinen Lichtkegel darstellen. Körper, die von den beiden großen Lichtkegeln getroffen werden, erzeugen auf dem Schirm doppelte Schattenbilder, deren Projektionsmittelpunkte die genannten Punkte sind. Bringt man hinter die eine Öffnung der Platte eine rote, hinter die andere eine grüne Scheibe in der komplementären Farbe, so ergibt sich auf dem Schirm eine weiße Mischfarbe. Auf dem weißen Grund erscheinen die beiden Schatten eines Körpers nunmehr rot und grün, nur da, wo sie sich kreuzen, schwarz.

Man sieht, die ganze Anordnung entspricht derjenigen, die zuweilen zur Erzielung additiver Farbenmischung angewendet wird.

Im einzelnen wäre noch folgendes zu beachten:

1. Um naturgetreue stereoskopische Bilder aus den Schattenbildern zu erhalten, ist es erforderlich, daß der Abstand der als Projektionsmittelpunkte dienenden Spitzen der Lichtkegel etwa dem Augenabstand entspricht, der zwischen 50 mm und 72 mm schwankt und für den ein Mittelwert von 63 mm angenommen wird. Solchen Abstand kann man bei den gewöhnlichen Kondensorlinsen nur erreichen, wenn man die Öffnungen der vorgesetzten Platte so weit als möglich auseinander legt. Bei unserer Kondensorlinse konnte ich nur bis zu einer Entfernung der äußersten Ränder der Öffnungen von 75 mm gehen. Die Öffnungen selbst haben einen Durchmesser von 16 mm. Unter diesen Umständen ist die Entfernung der Projektionsmittelpunkte 50 mm. Bei größeren Kondensorlinsen wird man eine noch größere Entfernung wählen.

2. Die stereoskopischen Bilder gewinnen um so mehr an Tiefenausdehnung, je näher der Schirm den Projektionsmittelpunkten liegt. Man wird daher den Linsen für die Bilderzeugung der Öffnungen kleine Brennweiten geben. Ich habe zwei bikonvexe Linsen von nur 5 cm Brennweite gewählt. Es sind das kreisrunde Brillengläser von 20 Dioptrien und 38 mm Durchmesser. Ich erhalte damit Lichtkreise von nahezu 60 cm Durchmesser, wenn der Schirm um 2 m von der Kondensorlinse entfernt ist.

Die Schattenbilder werden wegen der Kleinheit der Projektionsmittelpunkte recht scharf. Als Schirm verwendet man Rahmen, die am besten mit Pausleinen, oder auch mit Schirting oder dünnem Papier bespannt sind. Zu Beginn des Versuchs hat man die Ränder der beiden Lichtkreise durch Linsenverschiebung zur Deckung zu bringen.

Um die Platte mit den beiden Öffnungen und die dahinter gesetzten farbigen Scheiben bequem vor der Kondensorlinse anbringen zu können, habe ich sie zu einer in den Bildhalter einzufügenden Platte vereinigt. Das geschah auf folgende Weise. Auf eine Glasplatte vom Diapositivformat 9×12 cm wurde ein schwarzes undurchsichtiges Papier gleicher Größe mit den beiden Öffnungen gelegt. Die Öffnungen kann man mittels eines scharfen Korkbohrers auf einer Bleiblechunterlage ausstanzen.

Auf das Papier kommen die Schichtseiten einer roten und einer grünen Scheibe von je halber Plattengröße. Hiernach werden die Ränder der Platten durch Klebestreifen vereinigt. Um die Vorrichtung bei Gebrauch vor übermäßiger Wirkung der Wärmestrahlen der Lampen zu schützen, habe ich den zwischen den Öffnungen gelegenen Teil der Rückseite noch mit Stanniol überzogen.

Die Linsen sind auf Klötzchen befestigt, die sich auf einem Brettchen mit Einsatzstiel zwischen zwei Leisten verschieben lassen (s. Fig. 1). Man hat die Linsen ziemlich nahe (auf etwa 5 cm) an die durchlochte Platte heranzubringen und befestigt daher die Linsen nicht weit vom hinteren Rand der Klötzchen. Die Fassung der Linsen ist aus $^1/_2$ mm dickem Messingblech hergestellt, das nach Form der Figur 2 geschnitten ist. Die seitlichen Lappen an den Enden werden umgebogen.

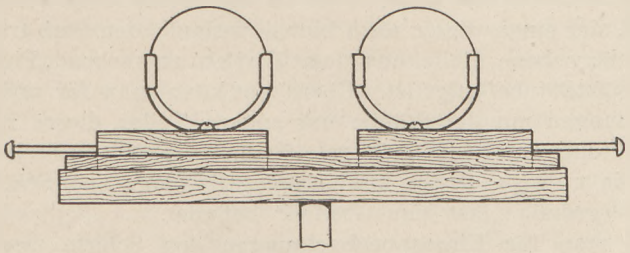


Fig. 1.

Fig. 2.

Die Lappen in der Mitte werden mit Schrauben auf dem Klötzchen befestigt. Die gewölbten Köpfe dieser Schrauben lassen einen kleinen Raum zum Festhalten des unteren Linsenendes zwischen sich. Damit man die Linsen verschieben kann, ohne sie zu verdecken, sind seitlich Bildernägel als Handhaben angebracht.

Für die Vereinigung der Schattenbilder zum Raumbild ist folgende Überlegung wichtig:

Für ein Augenpaar, das sich in den Projektionsmittelpunkten befindet, würden die Umrisse der schattenwerfenden Körper mit denen der Schatten sich decken. Gäbe es ein Mittel, die Körper zu beseitigen, ihre Schattenbilder aber bestehen zu lassen, so würde für jedes Auge der Umriß der Schattenbilder den der Körper ersetzen können, und es könnte die Vereinigung der Schattenbilder zum Raumbild erfolgen.

Nun lassen sich die Körper nicht ohne ihre Schattenbilder beseitigen, wohl aber gibt es zwei Punkte, die dieselbe räumliche Lage zu den Schattenbildern wie die Projektionsmittelpunkte haben, ohne daß die Körper davor liegen, und die daher für die Beobachtung die Projektionsmittelpunkte ersetzen können. Das sind die Gegenpunkte der Projektionsmittelpunkte in bezug auf den Schirm, d. h. die Punkte, die zu den Projektionsmittelpunkten spiegelbildlich liegen.

Ein Augenpaar in diesen Punkten müßte bei Betrachtung der Bilder den zugehörenden Körper genau so wie auf der anderen Seite, nur in spiegelbildlicher Lage dazu sehen. Der Erfolg zeigt, daß das der Fall ist, wenn man dafür sorgt, daß für jedes Auge das zweite, dem betreffenden Projektionsmittelpunkt nicht zugehörende Bild beseitigt wird. Wie schon bemerkt geschieht das durch die Beobachtung durch die farbigen Scheiben. Für das Auge im grünen Projektionsmittelpunkt z. B. müßte das Schattenbild auf rotem Grunde unsichtbar gemacht werden. Also muß dieses Auge durch die grüne Scheibe beobachten. Dasselbe gilt für das Auge im Gegenpunkt dieses Projektionsmittelpunkts.

Zusammenfassend kommen wir also für das richtige räumliche Sehen der Schattenbilder zu dem Ergebnis, daß für die Beobachtung die Augen in die Gegenpunkte der Projektionsmittelpunkte zu bringen sind, und daß das Auge vor der grünen Öffnung durch ein grünes, vor der roten Öffnung durch ein rotes Glas beobachten muß.

Man sieht dann die hinter dem Schirm liegenden schattenwerfenden Gegenstände in spiegelbildlicher Lage davor, so daß die am weitesten zurückliegenden Teile im Vordergrunde erblickt werden.

Sind die Augen nicht in den Gegenpunkten, so werden die Gegenstände nicht in ihrer genauen Form gesehen. Doch sind bei nicht allzugroßer Entfernung von den Gegenpunkten die Abweichungen so gering, daß sie nicht bemerkt zu werden pflegen.

Als schattenwerfende Gegenstände für die angegebene Beobachtung wählt man am besten mehrere einfache, die sich in verschiedener Entfernung vom Schirm befinden. Auf der einen Seite dicht hinter dem Schirm habe ich z. B. auf hohem Tischchen einen Bunsenbrenner mit Schornsteinhalter aufgestellt. Ein daran befestigter Schlauch hängt herunter, sich dabei vom Schirm entfernend. Auf die andere Seite in 40 cm Entfernung vom Schirm kommt ein Stativstab, an dem mit Klemme ein eiserner Retortenhalter befestigt ist. In der Mitte, etwa 80 cm hinter dem Schirm, steht ein Stativstab mit Klemme, der einen weiter nach hinten verlaufenden Stab trägt, an dessen Ende die große durchbrochene Rolle aus dem Volkmannschen „Physikalischen Baukasten" mit „Knopfstift" befestigt ist. Überhaupt kann man für unsern Zweck dankbare Zusammenstellungen mit den Stäben und andern Teilen dieses Baukastens erhalten. Eine Beobachtung durch die grün-rote Brille in richtiger Stellung zeigt mühelos die Gegenstände in richtiger Größe und in Spiegelbildlage zum Schirm, so daß die Rolle sich im Vordergrunde „fast zum Greifen" befindet.

Es sei hier bemerkt, daß man für Klassenbeobachtungen den Schirm zweckmäßig auf die vordere Kante des Experimentiertisches und die Projektionslaterne hinter diesem Tische in der schon angegebenen Entfernung aufstellt.

Bei der Beobachtung fällt sofort auf, daß die Entfernung des Beobachters vom Schirm für die Tiefenwirkung nicht gleichgültig ist. Die Gegenstände treten um so mehr auseinander, je weiter man sich vom Schirm entfernt. Richtige Tiefenwirkung erhält man nur an dem hierfür schon genauer bezeichneten Standpunkt, wie auch aus Fig. 4 und 5 des Aufsatzes von Kisse sich ergibt.

Die Raumwirkung wird noch erhöht, wenn man über den Schirm einen größeren Ring (Holzreifen aus einer Spielwarenhandlung) hängt, der nur etwas kleiner wie der Lichtkreis ist, und der für die Beobachtung die Lage der Bildebene festlegt. Der Lichtkreis stellt uns diese Bildebene nur dar, wenn die grün-roten Lichtkreise sich genau decken. Andernfalls hat man einen überraschenden Anblick. Treten die beiden Lichtkreise etwas an den Seiten auseinander, so erscheint der Lichtkreis als eine Öffnung, die mehr oder weniger vor oder hinter den Ring und die Gegenstände tritt, je nach der Größe und Art der Verschiebung. Falls die Ränder an andern Stellen auseinander treten, erhält man Bilder von geneigten Öffnungen.

Eine Vertauschung der beiden farbigen Scheiben vor den Augen bewirkt verschiedene Änderungen. Die Gegenstände, die man vorher vor dem Schirm sah, erblickt man hinter dem Schirm, und zwar in derselben Reihenfolge angeordnet wie in Wirklichkeit. Sie erscheinen aber nicht den schattenwerfenden Gegenständen kongruent. Bei der vorhin angegebenen Zusammenstellung von Gegenständen fällt z. B. auf, daß die vorher im Vordergrund stehende Rolle nun im äußersten Hintergrunde stehend größer erscheint.

Um die eintretenden Abweichungen besser übersehen zu können, bringen wir hinter den Schirm und auf ihn zulaufend eine schmale Latte, auf welcher in gleichen Abständen von etwa 40 cm drei gleiche quadratische Pappstücke von etwa 12 cm Seitenlänge in passenden Sägeeinschnitten quer zur Längsrichtung befestigt sind. Die erste dieser Platten ist durch ein mit einem Durchschlag an einer der oberen Ecken hergestelltes Loch bezeichnet, die folgende enthält dort zwei, die dritte drei Löcher. Damit diese Öffnungen in den Schattenbildern nicht verdeckt werden, läßt man die Latte nach dem Schirm hin etwas ansteigen und dreht sie auch ein wenig seitlich. (Zur bequemen Aufstellung der Latte in dieser Lage kann man eine der Klemmen des Bunsenschen Stativs benutzen, die die Latte seitlich festhält.)

Beobachtet man das Schattenbild mit einer Brille in richtiger Stellung (rot vor rot, grün vor grün), so erscheinen die Platten vor dem Schirm spiegelbildlich zum

Gegenstand, d. h. in umgekehrter Reihenfolge, aber in richtiger Größe und in gleichen Entfernungen der Platten. Das Bild der Latte neigt sich nach vorn. Vertauscht man die Brillengläser vor den Augen, so sieht man jetzt die Platten hinter dem Schirm und in richtiger Reihenfolge, jedoch an Größe nach hinten zunehmend. Auch die Entfernungen werden nach hinten größer. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, daß beim Bild der hintersten Platte nicht nur keine perspektivische Verkürzung vorhanden ist, sondern daß dieses Bild sogar größer als das der andern ist.

Die räumlichen Verhältnisse der Umkehrungsbilder fassen wir nicht so rasch auf wie die der richtigen, besonders nicht bei Gegenständen in großen Entfernungen vom Schirm. Während wir die etwa 10 cm auseinandertretenden Schattenbilder eines $1^1/_4$ m hinter dem Schirm stehenden Gegenstandes mühelos zu seinem Raumbild vor dem Schirm noch vereinigen, gelingt die Vereinigung zum Raumbild hinter dem Schirm beim Vertauschen der Brillengläser schwierig.

Unser Stab mit den quadratischen Platten zeigt auffällig noch eine andere Erscheinung. Bewegt sich der Beobachter seitlich, so scheint sich der Stab ihm nachzudrehen. Bekanntlich kann man ähnliches bei manchen perspektivischen Bildern beobachten, z. B. bei dem Reiterbild Kaiser Wilhelms I. im Kaiserhaus zu Goslar. Den Grund hierfür hat Rosenfeld im angeführten Buche (S. 40) angegeben. Hiernach würde die Erklärung für das Verhalten des Stabes in unserem Falle kurz folgende sein: Man erwartet, daß man bei der seitlichen Verschiebung unseres Standpunktes einen besseren Einblick in den Zwischenraum der quadratischen Platten erhält. Da dies nicht geschieht, schließen wir auf ein Nachdrehen des Stabes.

Den zur Beobachtung der Schattenbilder dienenden Brillen aus den Glasplatten mit gefärbtem Gelatineüberzug kann man die in Fig. 3 dargestellte Form geben. Sie sind aus dünner Lederpappe mit rechteckigem Ausschnitt hergestellt. Die punktiert gezeichneten Rechtecke stellen die farbigen Glasstücke von $4^1/_2 \times 4$ cm Größe dar. Aus einer Platte von 9×12 cm Größe kann man sich deren sechs vom Glaser schneiden lassen. Die Glasstücke werden mit Klebestreifen befestigt, die Entfernung ihrer Mittelpunkte sei ~ 63 mm. Rosenfeld beschreibt solche Brillen (a. a. O. S. 35) mit kreisförmigen Öffnungen, die etwas einfacher herzustellen sind, falls man eine mechanische Vorrichtung zum Schneiden kreisförmiger Öffnungen in Pappe besitzt.

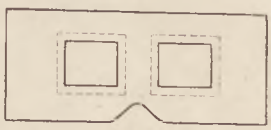


Fig. 3.

Schließlich sei noch auf eine Überlegenheit hingewiesen, die unsere Versuchsanordnung über die gewöhnlichen Stereoskopeinrichtungen hat. Sie gestattet nämlich auch die Bewegung von Körpern im Raum zu verfolgen. Als sich bewegenden Gegenstand kann man z. B. ein Pendel nehmen, dessen Schwingungsebene auf der des Schirmes fast senkrecht steht. Nach Volkmann kann man ein solches sich aus einem Stab mit Schiebegewichten unten und oben herstellen. Die Drehungsachse bildet ein „Klemmstab“, der auf einem Tischchen ruht. Ein Schiebegewicht am andern Ende des Klemmstabs dient als Gegengewicht für das Pendel.

Am einfachsten und auffallendsten ist es aber, wenn man die bewegte Hand zur Schattenprojektion benutzt. Schiebt man die Hand vom Schirme aus etwa $1^1/_2$ m zurück, während man die Handfläche der Projektionslampe zukehrt und eine Greifbewegung macht, so sieht sie der Beobachter vor dem Schirm wie eine durch die Luft auf ihn zukommende Geisterhand, die ihn zu greifen trachtet, was fast beängstigend wirkt

Aufgaben aus der Optik als Schülerübungen.

Von **Keefer** in Reutlingen (Wttbg.).

Die Mitteilung, die D. KOREN (Budapest) in dieser Zeitschrift (*32, 1919, S. 126*) zur Bestimmung des Brechungsverhältnisses an einem Glaswürfel gemacht hat, veranlaßt den Verfasser, die in seinen Schülerübungen hierfür angewandte Methode bekannt zu geben, die wohl noch etwas einfacher und anschaulicher ist, als jene und mit Leichtigkeit auch zur Bestimmung mit dem Prisma verwendet werden kann.

Es wird dazu ein von der Firma Schleicher & Schüll in Düren (Rhld.) sehr genau hergestelltes Polarkoordinatenpapier Nr. $316^1/_2$ benützt, das konzentrische Kreise von 1 mm Abstand bis zum Radius von 15 cm besitzt und mit einer Winkeleinteilung von 2 zu 2 Grad versehen ist.

1. Die Glasplatte, deren Brechungsindex ermittelt werden soll, wird in der durch Fig. 1 angegebenen Weise auf das Koordinatenpapier gelegt. Die vordere Kante BC stimmt dann überein mit einem Hauptdurchmesser.

Die Messung geht nun folgendermaßen vor sich. Man steckt im Koordinatenursprung O eine Stecknadel senkrecht in das Papier, das lose auf einem kleinen, ebenen Reißbrett liegt, ebenso in P, dem Schnittpunkt der hinteren Plattenkante AD mit irgend einem Radius. Sodann beobachtet man von Q aus das Bild P' des Punktes P und markiert diese Richtung durch eine dritte Nadel Q, die also mit O und P' in einer Geraden liegt. $\sphericalangle FOP$ ist dabei der Brechungswinkel, den man beliebig, aber immerhin in runden Zahlen wie 10^0, 20^0, 30^0, 40^0, annimmt. $\sphericalangle QOE$ ist dann der Einfallswinkel, den man beobachtet. Er kann direkt in der Kreisteilung abgelesen werden. Dabei ist es für die Methode einerlei, auf welchen Kreis des Koordinatenpapieres die Nadel Q eingesteckt wird. Für die Genauigkeit der Messung ist es aber vorteilhaft, die Nadel auf einen äußeren Kreis zu stecken. Wie genau die Messungen ausgeführt werden können, zeigt die folgende, einem Schülerübungsheft entnommene Beobachtungsreihe:

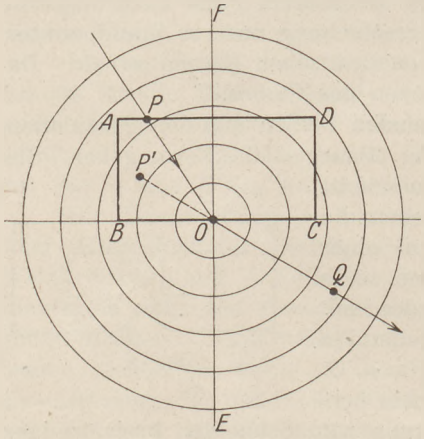


Fig. 1.

β	α	$n = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$	
10^0	$15^0\,00'$	1,500	
20^0	$30^0\,48'$	1,497	Mittel: $n = 1{,}495$
30^0	$48^0\,48'$	1,505	
40^0	$72^0\,00'$	1,479	

Man kann gut $\frac{1}{10}{}^0$ auf einem äußeren Kreis schätzen und erhält deshalb den Winkel α auf $\pm 6'$ genau. Nun folgt für einen bestimmten Winkel β aus

$$n = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$$

$$\Delta n = \Delta\alpha \frac{\cos\alpha}{\sin\beta} = \Delta\alpha \cdot n \cdot \operatorname{ctg}\alpha$$

oder

$$\Delta n = \pm\, 0{,}0026 \operatorname{ctg}\alpha.$$

Bei einem Einfallswinkel von 45^0 ist also der Fehler im ungünstigsten Falle

$$\Delta n \approx \pm 0{,}003.$$

Bei sorgfältiger Beobachtung wird man daher den Brechungsindex immerhin auf die zweite Dezimale genau erhalten.

2. Auch zur Bestimmung des Brechungsexponenten aus dem Minimum der Ablenkung eignet sich das genannte Koordinatenpapier sehr gut. Man benützt dabei am besten ein kleines, 2 bis 3 cm hohes, gleichseitiges Prisma mit 2 bis 3 cm langen Seiten.

Der brechende Winkel wird bestimmt, indem man das Prisma so auf das Papier setzt, wie es die Fig. 2 zeigt. Eine gut beleuchtete Nadel im Punkte P spiegelt sich an der Seitenfläche OA, wenn man die anderen Seitenflächen mit schwarzem Papier abdeckt und ebenso in der Seitenfläche OB, wenn man AO und AB verdeckt (Fig. 2). Da sich dabei die ganze Linie OP spiegelt, so brauchen wir nur die geradlinige Fortsetzung dieser Spiegelbilder über O hinaus auf beiden Seiten je durch eine Nadel P' und P'' festlegen, dann ist bekanntlich der Winkel $P'OP''$ gleich dem doppelten des brechenden Winkels.

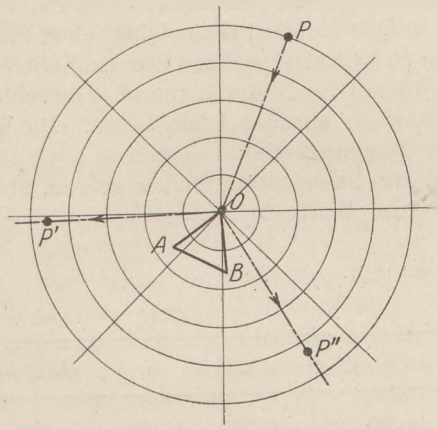


Fig. 2.

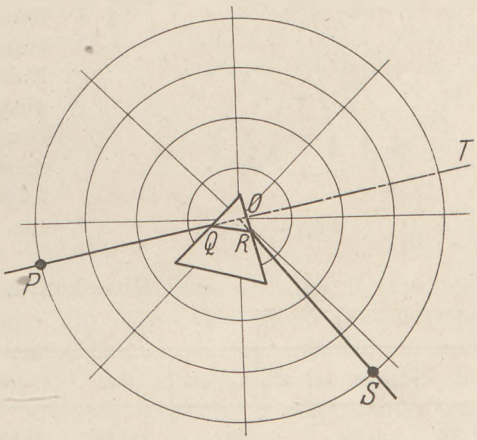


Fig. 3.

Nun setzt man das Prisma auf die Mitte O und steckt sodann auf einen äußeren Kreis beliebig eine Stecknadel P. Das Bild von PQ erblickt man dann in der abgelenkten Richtung RS (Fig. 3). Man beobachtet nun meistens, daß das Bild von PQ nicht genau der Mitte O zustrebt. Alsdann verschiebt man das Prisma ein klein wenig, bis sich auf der Seite von S ein Radius findet, der genau die geradlinige Fortsetzung des Bildes von PQ bildet. Oder aber, man läßt das Prisma in der Mitte und steckt mit der Nadel S einen zu dem genannten Bild parallel gehenden Radius RS ab. Durch langsames Drehen des Prismas findet man leicht die Minimum-Stellung. Einem Schülerübungsheft sind hierfür folgende Zahlen entnommen:

$$\varphi = 61^0\,12', \quad \delta = 38^0\,40', \quad n = 1{,}503.$$

Läßt man den Einfallswinkel für PQ von 2^0 zu 2^0 zunehmen, so findet man leicht durch Interpolation den Winkel für das Minimum der Ablenkung. So ergaben sich für ein zweites Prisma folgende Zahlen:

δ	Diff.	δ	Diff.
$38^0\,30'$	$26'$	$37^0\,00'$	$12'$
$37^0\,54'$	$18'$	$37^0\,18'$	$18'$
$37^0\,36'$	$12'$	$37^0\,36'$	$18'$
$37^0\,24'$	$12'$	$38^0\,00'$	$24'$
$37^0\,12'$		$38^0\,48'$	$48'$

Daraus entnimmt man

$$\delta = 37^0\,00'$$

als Minimum der Ablenkung, und man erhält dann mit $\varphi = 59^0\,30'$

$$n = 1{,}504.$$

3. Unter Zuhilfenahme des Polarkoordinatenpapieres ließ Verf. auch die Wellenlänge des Natriumlichtes durch Beugung bestimmen. Es wurde dazu ein billiges, kopiertes Gitter mit 1600 Strichen auf 1 cm (von der Firma Leppin & Masche, Berlin) verwendet. Die experimentelle Anordnung dazu war die denkbar einfachste. Das Gitter AB stand, durch die Korke A und B gehalten (Fig. 4), in der Mitte des Meßblattes. Dahinter am Rande des Reißbrettes war ein kleiner Spalt aus einem Experimentierkasten von der Firma Meiser & Mertig, Dresden, der durch eine Natriumflamme beleuchtet wurde. In der Mitte O des Papieres stand senkrecht vor dem Gitter eine feine, lange Nadel. In P, Q und R wurden Stecknadeln eingesteckt, die mit der Nadel in O und je mit einem Beugungsbild in gerader Linie lagen. Die gemessenen Beugungswinkel ergeben, wie die folgenden drei Beobachtungsreihen zeigen, überraschend gute Werte für λ:

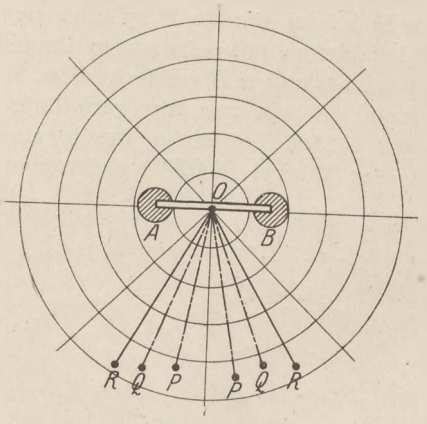


Fig. 4.

Gitterkonstante $^1/_{160}$ mm.

I.			II.			III.		
2α	α	λ (in $\mu\mu$)	2α	α	λ (in $\mu\mu$)	2α	α	λ (in $\mu\mu$)
33° 00′	16° 20′	592	33° 12′	16° 36′	595	33° 00′	16° 30′	592
21° 48′	10° 54′	591	21° 36′	10° 48′	586	21° 48′	10° 55′	591
11° 00′	5° 30′	599	10° 48′	5° 24′	588	10° 48′	5° 24′	588

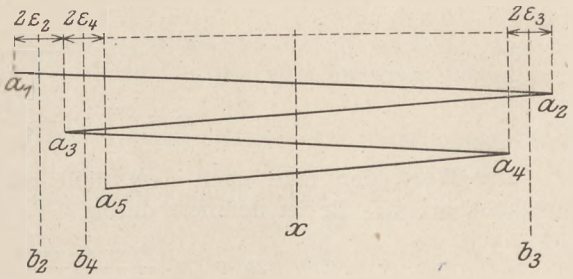
Über die Bestimmung des Nullpunkts bei der Wage.

Von Prof. Dr. **H. Greinacher** (Zürich).

Bei der Ausführung genauer Wägungen ist es Brauch, den Nullpunkt (allgemein die Ruhelage) einer analytischen Wage aus Schwingungsbeobachtungen abzuleiten. Das gebräuchlichste Verfahren besteht bekanntlich darin, daß man drei, allgemein eine ungerade Anzahl aufeinanderfolgender Umkehrpunkte beobachtet und in vorgeschriebener Weise das arithmetische Mittel bildet. Es ist auffallend, wie wenig man in weiteren Kreisen über die theoretische Grundlage des Verfahrens, überhaupt über dessen Zulässigkeit unterrichtet ist. Dies hängt wohl damit zusammen, daß man in den physikalischen Lehrbüchern relativ selten etwas über diesen Gegenstand findet. Es scheint mir daher nicht ganz überflüssig zu sein, im folgenden eine einfache, den Bedürfnissen des Unterrichts angepaßte Begründung und Ableitung für das erwähnte Rechnungsverfahren mitzuteilen. Es soll sowohl der Fall mit drei als mit fünf Umkehrpunkten behandelt und gezeigt werden, wie man aus vier Umkehrpunkten ein noch besseres Resultat erzielt.

Drei Umkehrpunkte. Betrachten wir zunächst drei aufeinanderfolgende Umkehrpunkte mit den zugehörigen Ablesungen an der Skale $a_1\ a_2\ a_3$. (In der Zeich-

nung (s. Fig.) sind die Umkehrpunkte der Übersichtlichkeit halber auf einer Zickzacklinie statt auf einer Geraden aufgezeichnet. Auch sind für das folgende gleich fünf Punkte gezeichnet). Es fragt sich, wie man hieraus die Ruhelage, der die Ablesung x zukomme, ableiten kann. Es werde das für alle gedämpften Schwingungen geltende Amplitudengesetz als bekannt vorausgesetzt, wonach der Quotient aus zwei aufeinanderfolgenden Amplituden konstant ist. Es gilt also beispielsweise



$$\frac{x-a_1}{a_2-x}=\frac{a_2-x}{x-a_3}. \qquad (1)$$

Durch drei Umkehrpunkte ist also x bestimmt. Man erhält

$$x=\frac{a_2^2-a_1a_3}{2a_2-a_1-a_3}. \qquad (2).$$

Diese für die Berechnung unbequeme Formel läßt sich nun in folgender Weise umformen. Man führt den Mittelpunkt zwischen a_1 und a_3 ein. Wir bezeichnen diesen mit b_2 und die Differenz $b_2-a_1=a_3-b_2=\varepsilon_2$. Dadurch wird (2)

$$x=\frac{a_2^2-(b_2-\varepsilon_2)(b_2+\varepsilon_2)}{2a_2-2b_2},$$

$$x=\frac{a_2^2-b_2^2+\varepsilon_2^2}{2(a_2-b_2)},$$

$$x=\frac{a_2+b_2}{2}+\frac{\varepsilon_2^2}{2(a_2-b_2)}. \qquad (3)\ ^1).$$

Der erste Term $1/2\ (a_2+b_2)$ bedeutet nichts anderes als die übliche Mittelbildung aus drei Umkehrpunkten. (3 a) zeigt also die Zulässigkeit dieser Methode, zugleich aber auch, daß es sich hier um eine Näherungsformel handelt. Das Korrektionsglied ist seines quadratischen Charakters wegen klein. Es ist positiv. D. h. der wahre Nullpunkt x liegt etwas näher an dem einzelnen Umkehrpunkt a_2, als wie man nach der Mittelbildung berechnet.

Das Berechnungsverfahren ist aber bedeutend genauer als etwa die Mittelbildung aus zwei Umkehrpunkten. Bezeichnen wir den aus zwei Punkten abgeleiteten Wert mit x_2, so ist

$$x_2=\frac{a_1+a_2}{2}=\frac{-\varepsilon_2+b_2+a_2}{2}.$$

Heißen wir ferner den aus drei Punkten berechneten Wert $x_3=1/2\ (a_2+b_2)$, so schreibt sich

$$x_2=x_2-\frac{\varepsilon_2}{2}. \qquad (4).$$

Das Korrektionsglied ist hier also bereits von erster Ordnung, während die Abweichung vom wahren Werte in (3 a) von zweiter Ordnung ist.

Fünf Umkehrpunkte. Wir können jetzt die Amplitudenbeziehung (1) dreimal anschreiben:

$$(x-a_1)(x-a_3)=(a_2-x)^2, \qquad (1\,a)$$
$$(a_2-x)(a_4-x)=(x-a_3)^2, \qquad (1\,b)$$
$$(x-a_3)(x-a_5)=(a_4-x)^2, \qquad (1\,c)$$

und setzen analog wie früher

$$a_2-b_3=b_3-a_4=\varepsilon_3,$$
$$a_5-b_4=b_4-a_3=\varepsilon_4.$$

[1]) Diese Formel ist z. B. in Weinstein, Handbuch der physikalischen Maßbestimmungen II. 1888, S. 414 angegeben. Dort werden jedoch Formel (2) und die Formel $1/2\ (a_2+b_2)$ einzeln aus dem allgemeinen Schwingungsproblem abgeleitet. Der Zusammenhang zwischen den beiden Lösungen kommt dabei didaktisch nicht zur Geltung.

Dann erhalten wir jeweils aus drei Umkehrpunkten durch Mittelnehmen einen Wert x_3. Wir wollen die drei Werte durch $x'_3\ x''_3\ x'''_3$ unterscheiden. Es bestehen dann gemäß (3) drei Gleichungen:

$$x = x'_3 + \frac{\varepsilon_2^2}{2\,(a_2 - b_2)}, \tag{3 a}$$

$$x = x''_3 + \frac{\varepsilon_3^2}{2\,(a_3 - b_3)}, \tag{3 b}$$

$$x = x'''_3 + \frac{\varepsilon_4^2}{2\,(a_4 - b_4)}. \tag{3 c}$$

Der Wert, den man nach dem üblichen Verfahren aus fünf Umkehrpunkten berechnet, sei x_5. Er ist definiert durch

$$x_5 = {}^1/_2 \left(\frac{a_1 + a_3 + a_5}{3} + \frac{a_2 + a_4}{2} \right). \tag{4}$$

Es läßt sich vermuten, daß zwischen x_5 und den drei Werten $x'_3\ x''_3\ x'''_3$ eine einfache Beziehung vorhanden ist. Indem wir abkürzungsweise die drei Korrektionsglieder in den Gleichungen (3) mit $k_2\ k_3\ k_4$ bezeichnen und die drei Gleichungen summieren, erhalten wir

$$3\,x = x'_3 + x''_3 + x'''_3 + k_2 + k_3 + k_4$$

oder die Werte für die x_3 eingesetzt,

$$3x = {}^1/_2 \left(a_2 + \frac{a_1 + a_3}{2} + a_3 + \frac{a_2 + a_4}{2} + a_4 + \frac{a_3 + a_5}{2} \right) + k_2 + k_3 + k_4. \tag{5}$$

Nun subtrahieren wir den dreifachen Wert von (4) von (5) und ordnen die Glieder mit a. Hieraus entsteht schließlich

$$3x - 3x_5 = {}^1/_2 \left(-\frac{a_1}{2} + a_3 - \frac{a_5}{2} \right) + k_2 + k_3 + k_4. \tag{5 a}$$

Da $a_1 - a_3 = 2\,\varepsilon_2$ und $a_3 - a_5 = 2\,\varepsilon_4$, so ist der Klammerausdruck gleich $-\varepsilon_2 + \varepsilon_4$, und man erhält als Resultat

$$x = x_5 - {}^1/_6\,(\varepsilon_2 - \varepsilon_4) + {}^1/_3\,(k_2 + k_3 + k_4). \tag{6}$$

Wie zu erwarten, ist auch x_5 ein Näherungswert. Er dürfte trotz des Auftretens von ε-Gliedern in der ersten Potenz beträchtliche Genauigkeit besitzen. Die Differenz $\varepsilon_2 - \varepsilon_4$ ist jedenfalls von zweiter Ordnung klein. Ferner heben sich z. B. k_2 und k_3, da letzteres negativ ist, teilweise gegeneinander auf. Auch das positive k_4 und das negative Glied mit $\varepsilon_2 - \varepsilon_4$ werden sich teilweise kompensieren. Günstig sind ferner die keinen Brüche ($^1/_6$, $^1/_3$). Man darf also wohl annehmen, daß die Mittelbildung aus fünf Umkehrpunkten ein ebenso brauchbares Resultat liefert wie die aus drei. Einen Vorteil in theoretischer Hinsicht scheint die Methode aber nicht zu bieten, zumal der Wert von x ja durch drei Punkte völlig bestimmt, durch fünf also überbestimmt ist. Jedoch besteht ein experimenteller Vorteil darin, daß hier durch vermehrte Beobachtungen der Einfluß der Beobachtungsfehler herabgesetzt ist.

Vier Umkehrpunkte. Die Formel (6) läßt erkennen, daß bei der Bildung von x_5 der Einfluß der Korrektionsglieder nicht systematisch herabgedrückt ist. Eine systematische Verbesserung läßt sich aber im Hinblick auf die Gleichungen (3) leicht angeben. Da z. B. die Korrektionsglieder in (3 a) und (3 b) nahe gleich groß und von entgegengesetztem Vorzeichen sind, so liegt es nahe, einen Wert $x_4 = {}^1/_2\,(x'_3 + x''_3)$ zu bilden. Man erhält durch Addition von (3 a) und (3 b)

$$x = x_4 + \frac{\varepsilon_2^2}{4\,(a_2 - b_2)} + \frac{\varepsilon_3^2}{4\,(a_3 - b_3)} \tag{7}$$

x_4 berechnet sich also in folgender Weise aus vier Umkehrpunkten:

$$x_4 = {}^1/_2 (x'_3 + x''_3) = {}^1/_2 \left(\frac{a_2 + b_2}{2} + \frac{a_3 + b_3}{2} \right)$$

$$= {}^1/_4 \left(a_2 + \frac{a_1 + a_3}{2} + a_3 + \frac{a_2 + a_4}{2} \right)$$

$$x_4 = {}^1/_8 [a_1 + a_4 + 3 (a_2 + a_3)] \qquad (8).$$

Diese Berechnungsart ist nicht komplizierter als die von x_5 nach (4), aber nach dem Gesagten einwandfreier. Den Unterschied in den verschiedenen Berechnungsarten zeige etwa folgendes

Beispiel. Die ersten beiden Umkehrpunkte mögen die Ablesungen 8,0 und 12,4 haben. Das Dämpfungsverhältnis sei 1,1. Zum Zwecke eines exakten Vergleiches seien die Werte für a möglichst genau angeschrieben:

$a_1 = 8{,}0000$ $\quad$ $a_2 = 12{,}4000$
$a_3 = 8{,}4000$ $\quad$ $a_4 = 12{,}0364$
$a_5 = 8{,}7306$

	x 10,305	Korrektion
Die Resultate sind:	$x_2 = 10{,}200$	$+ 0{,}100$
	$x'_3 = 10{,}300$	$+ 0{,}005$
	$x_4 = 10{,}305$	$0{,}000$
	$x_5 = 10{,}298$	$+ 0{,}007$

Hieraus erhellt zunächst die große Genauigkeit des Viererwertes. Auch der Dreier- und Fünferwert sind für praktische Bedürfnisse hinreichend genau, insbesondere, wenn man sich, wie im angeführten Beispiel, auf kleine Amplituden beschränkt. Selbstverständlich gelten die Ausführungen aber für alle gedämpften Schwingungen und treten dann die Unterschiede im Berechnungsverfahren bei größeren Amplituden und Dämpfungen entsprechend stärker hervor. Multipliziert man beispielsweise die obigen Werte mit 100, so beträgt der Unterschied $a_2 - a_1 = 440$. Dies entspricht etwa den Verhältnissen bei Schwingungsbeobachtungen an einem Spiegelgalvanometer. In diesem Fall geben x_3 und x_5 bereits Abweichungen von 0,5 bis 0,7 mm, während x_4 noch vollkommen exakt ist.

Ein einfaches Projektionsstativ für Vorlesungszwecke.

Von Dr. ing. **F. Kock** in Berlin-Charlottenburg.

Für Vorträge über Experimental-Physik in großen Hörsälen, bei denen infolge schnellen Vorwärtsschreiten des Unterrichts eine größere Zahl von Experimenten im einzelnen Vortrag gezeigt werden muß, entsprechen die gebräuchlichen physikalischen Apparate für gute Sichtbarmachung der Experimente durch ihre ungenügenden Dimen-

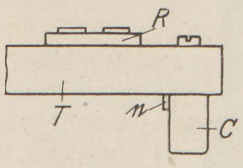


Fig. 1.

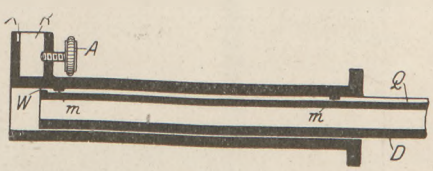


Fig. 2.

sionen nicht den Anforderungen. Es wird ferner durch Aufstellung einer großen Anzahl von Apparaten der einzelne Versuch im Gesamtaufbau auf dem Vorlesungstisch unübersichtlich und es reicht auch der vorhandene Raum auf diesem meistens nicht aus. Ein Übergang zu großen Apparatedimensionen macht diesen Übelstand noch fühlbarer. Ein anderes Verfahren ist dasjenige, die Apparate so klein zu dimensionieren, daß sie sich projizieren lassen[1]), doch sind auch hierbei Schwierigkeiten zu

[1]) Auf Anregung des Leiters des Physikal. Instituts der Technischen Hochschule Herrn Geh. Reg.-R. Prof. Kurlbaum wurden die vorliegenden Anordnungen unternommen.

überwinden und zwar dadurch, daß sich manche Apparate schwer oder gar nicht für Projektionszwecke umarbeiten lassen, wobei die Art des Apparates, seine Dimensionen und anderes mehr diese Erschwerung herbeiführen. Ferner ist ein Anbringen der zu projizierenden Apparate vor dem Projektionsapparat durch Verwendung der üblichen Stative mit ihren mangelhaften Klemmvorrichtungen mühsam. Besonders bei Apparaten aus dem Gebiete der Elektrizitätslehre macht sich wegen der gleichzeitig anzubringenden Stromzuleitung (hauptsächlich für Starkstrom bei Apparaten aus dem Gebiet der Elektrodynamik) bei den kleinen Apparatendimensionen und der daher großen Empfindlichkeit der Apparate dies unangenehm bemerkbar, so daß ein mehrfacher Wechsel während einer Vortragsstunde für den Vortragenden recht ermüdend und zeitraubend werden kann.

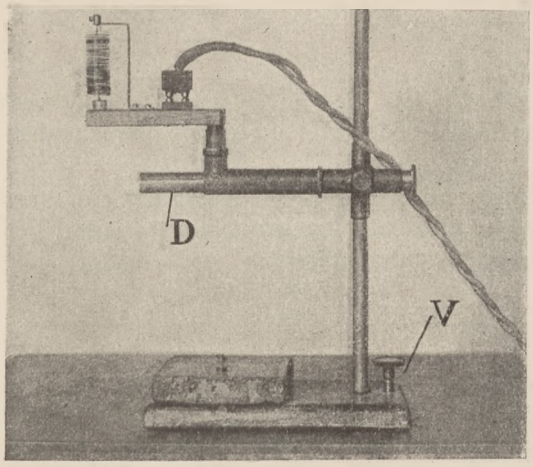


Fig. 3.

Durch folgende Einrichtung ist nun versucht, diese Schwierigkeiten auf einfache Weise zu beseitigen, so daß das Auswechseln der Apparate und das Vorbereiten der Versuche sich einwandfrei und schnell durchführen läßt.

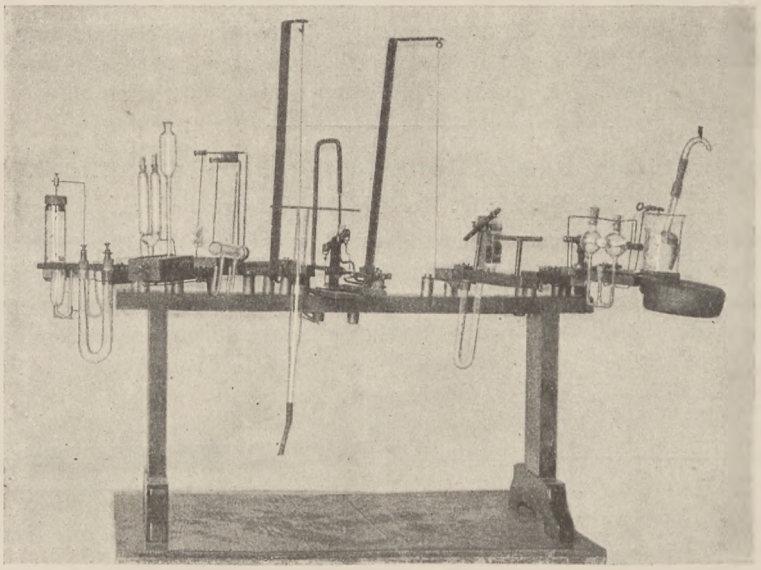


Fig. 4.

Bei einem Projektions-Kondensor vom 150 mm Linsendurchmesser stehen für die Apparatedimensionen ca. 9×9 cm zur Verfügung. Der Apparat muß also mit seiner Höhen- und Längsdimension in diesen Raum hineingehen, oder es müssen wenigstens die für das Verständnis des Versuches wesentlichen Teile darin untergebracht werden können. Gleichzeitig müssen die Tiefendimensionen gering gehalten sein und die wesentlichen Einzelheiten beim Projizieren zum Ausdruck kommen.

Für die Befestigung der Apparate am Projektionsstativ ist folgende gleichmäßig für alle Apparate ausgeführte Einrichtung getroffen. Jeder Apparat ist an einem Träger T (Fig. 1) aus Holz oder Metall befestigt, der am Ende einen Zylinder C mit einer Nase n trägt.

Dieser Zylinder paßt genau und leicht in die Ausbohrung R des Stativschiebers S (Fig. 2) mit einer der Nase n entsprechenden Nute X hinein, so daß durch einfaches Einstecken des Zylinders der Apparat im Stativ sicher befestigt ist. Völliges Festklemmen des Apparates am Stativ kann durch die Stellschraube A bewirkt werden. Durch Verwendung des gleichen Einsatzstückes für alle Apparate wird das mühevolle Auswechseln spielend leicht gemacht. Durch entsprechende gleichmäßige Montage der Apparate läßt sich eine Höhenverstellung derselben im Gesichtsfeld des Projektions-Kondensors vermeiden, oder ist nur in geringem Maße erforderlich. Das einfache zu dem Apparate gehörige Projektionsstativ zeigt Fig. 3.

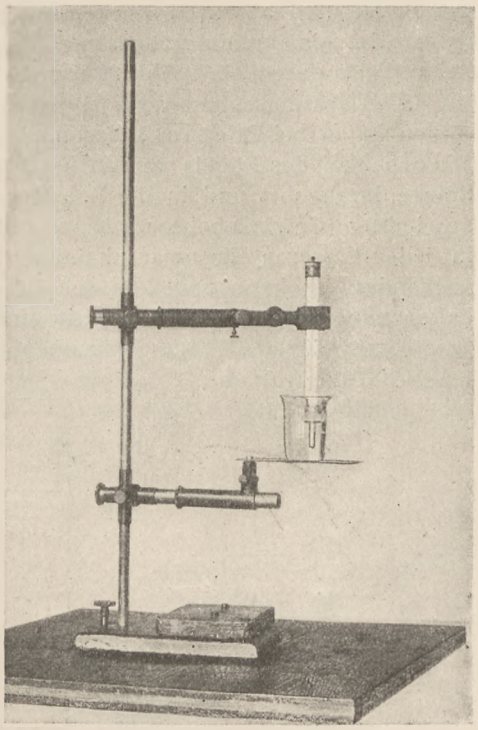


Fig. 5.

Dasselbe besteht in einer schweren Fußplatte mit stabilem senkrechten Träger, auf dem ein Läufer bestehend aus einem horizontal und vertikal gebohrten Messingstück gleitet. Durch vertikale Verschiebung lassen sich eventuell noch nötig werdende Höhenverstellungen ausführen. Durch Verschiebung des horizontalen Trägers in seiner Durchbohrung läßt sich der horizontale Abstand des Stativs — Mitte der Kondensorlinse — einstellen und lassen sich gleichzeitig etwa notwendige Drehungen des zu projizierenden Apparates um diesen Träger als Achse zur Senkrechtstellung seiner Ebene auf den projizierenden Strahl ausführen. Auf dem Horizontalträger D (Fig. 2) gleitet ein Rohr, welches im Innern mit zwei Nasen m versehen ist, die in eine entsprechende Nute Q eingepaßt sind. Auf diesem als Rohr ausgebildeten Schlitten ist der Hohlzylinder R für die zu befestigenden Apparate angebracht. Die Bewegung dieses Horizontalschlittens ist durch Anschläge begrenzt und erlaubt während des Projizierens etwa notwendig werdende Horizontalverschiebungen im Gesichtsfeld der Projektionslaterne, sowie das Zurückziehen des Schlittens mit dem zu projizierenden Apparate zur leichten Auswechselbarkeit desselben.

Für die Stromzuführung ist an allen Apparaten aus dem Gebiete der Elektrizitätslehre ein kleindimensionierter Steckkontakt R am Träger (Fig. 1) vorgesehen, der Stromstärken bis zu 60 Amp. zuläßt. Für kleinere Korrektionen der senkrechten Lage der Säule des Stativs ist an der Fußplatte desselben die Schraube V angebracht.

Fig. 3 zeigt das Stativ mit dem zu projizierenden Apparat (einer Rogetschen Spirale). Zum Abstellen der Apparate dient ein besonderes Stativ, welches Fig. 4 zeigt, in welchem sich leicht 1 Dutzend der Apparate unterbringen läßt und das auf dem Projektionstisch einen Raum von nur ca 20×30 cm Grundfläche einnimmt. Zur Aufbewahrung der sämtlichen Apparate dient ein größeres Vorratsstativ.

Fig. 5 zeigt das Stativ unter Verwendung von 2 Querträgern. Es können hierdurch, wie die Anordnung zeigt, Experimente aus dem Gebiete der Chemie und der Wärmelehre, bei denen gleichzeitig Vorgänge in Flüssigkeiten und Temperaturvorgänge beobachtet werden müssen, in einfacher Weise projiziert werden.

Kleine Mitteilungen.

Herstellung eines Hitzdrahtstrommessers.

Von P. Nickel in Berlin.

Man kann sich brauchbare Hitzdrahtamperemeter in der handlichen Form der gewöhnlichen technischen Galvanometer mit geringem Kostenaufwand leicht herstellen. Der wesentliche Teil ist ein Messingbügel (Fig. 1), in dem sich in zwei entsprechend ausgebohrten Schrauben (1 und 2) ein zylindrischer Eisendraht zwischen Spitzen dreht. Der Bügel wird aus zwei Stücken 2 mm starker Messingschiene von 8 mm Breite, von denen das eine Stück zweimal rechtwinklig gebogen wurde, hergestellt, indem man beide Teile durch einfache Lötung (bei 3) in der Flamme vereinigt.

Die Messingschiene sowie Blech und Rohr erhält man in allen möglichen Dimensionen (z. B. bei Cochius, Berlin, Alexandrinenstraße 35, jetzt 1 kg für ca. 30 Mk.). Die Schenkel des Bügels werden bei 1 und 2 etwa mit einem Spiralbohrer von 2,5 mm Stärke durchbohrt und in die Bohrung ein Gewinde mit einem kleinen Gewindebohrer geschnitten (Gewindebohrer mit passenden Messing- oder Eisenschräubchen erhält man in jeder besseren Eisenwarenhandlung, jetzt etwa 1,50—2,00 Mk.). Ist eine Kluppe vorhanden, so kann man die Schräubchen natürlich selbst leicht herstellen. Sie erhalten zwei Vertiefungen, die mit einem Metallbohrer von ca. 1 mm Stärke sauber ausgebohrt werden. Eine Bohrung bei 3 dient zum Festschrauben des Bügels. Nun wird ein Nagel oder ein Stück harter Draht von 1,5 mm Stärke und ca. 2,5 cm Länge an den Enden sauber spitz gefeilt, noch nachgeschliffen und ein Stück Draht (etwa Constantan) von 0,5 mm Dicke, das als Zeiger dienen soll, nicht weit von einem Ende um den Nagel geschlungen und festgelötet, was wieder direkt in der Flamme geschehen kann. Der Zeiger wird etwa 7 cm lang, das andere Ende wird durch Umwickeln etwa mit Kupferdraht so weit beschwert, daß der Zeiger ausbalanciert ist. (Übrigens kann man ein derartiges System auch leicht zur Konstruktion eines elektromagnetischen Zeigerinstruments verwenden, wenn man noch auf die Achse exzentrisch ein Eisenblättchen lötet.) Hierauf ist nichts weiter nötig, als den Bügel auf ein Brett (9 mm stark) 11×16 cm zu schrauben (Fig. 2). Die kurzen Seiten des Brettes erhalten zwei Leisten (12 mm stark), am besten aus hartem Holz, zwischen denen der Hitzdraht aus 0,2 mm dickem Nickelin- oder Constantandraht gespannt wird; er wird bei A und B mit zwei Holzschrauben direkt auf das Holz geklemmt. Zur Vergrößerung der Belastung kann auch ein Doppeldraht verwendet werden, die Enden werden am besten an Kupferdrähte gelötet. Die Einrichtung wird vervollständigt durch eine Skala 4,5×10 cm auf steifem Karton, der durch untergelegte Klötzchen von 2,5 cm Höhe auf dem Brett befestigt wird. Die gleichmäßige Gradeinteilung wird zunächst mit einem Zahnrädchen auf dem Karton eingedrückt und dann nachgezogen. Endlich wird um den Hitzdraht ein (besser doppelter) Garnfaden geknüpft, einmal um die Zeigerachse gelegt und an eine Spiralfeder aus 0,3 mm starkem Stahldraht gebunden. Hakt man die Feder bei C ein, so ist das Instrument gebrauchsfertig. Um es aufzustellen, kann man es an ein Grundbrett schrauben, oder es in einen Kasten einschieben, der vorn durch eine Scheibe verschlossen ist; in diesem Falle ist es jeder-

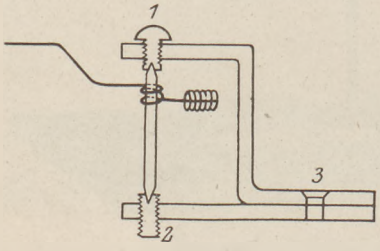


Fig. 1.

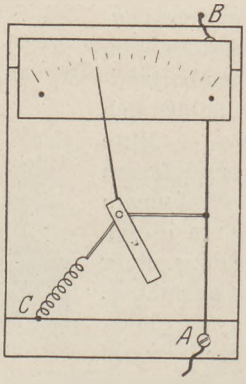


Fig. 2.

zeit leicht gegen Bretter mit anderen Systemen nach Aufschrauben des Deckels austauschbar.

Ganz entsprechend wurde ein zweites Instrument konstruiert, das in einem zylindrischen Behälter untergebracht werden sollte. Auf ein Brett 14×20 cm wurden zwei Stücke Hartholz von der Form von Kreissegmenten ($r = 5{,}8$ cm) geschraubt, nun aber der Draht, um eine große wirksame Länge zu haben, von Klemmschrauben A über das Messingröllchen B nach Schraube C geführt. Das System wurde hier dadurch gegen Beschädigung gesichert, daß ein Blechzylinder von 4,2 cm Höhe, der vorn durch eine Scheibe geschlossen ist, sich über die Segmente schieben läßt. Er war hergestellt aus einer großen Konservenbüchse (12 cm Durchmesser), die auf die entsprechende Höhe abgeschnitten und deren Boden bis auf einen schmalen Streifen, der das Glas hielt, entfernt worden war. Auf der Unterseite erhielt der Zylinder einen Ausschnitt für die Zuleitungsdrähte; an den Segmenten konnte er durch ein seitliches Schräubchen leicht befestigt werden. Leider bewährte sich die Anordnung insofern nicht, als der Hitzdraht bei B nicht gehörig über die Rolle folgte, er mußte daher in A und B festgelegt werden, wodurch sich die Ausschläge des Zeigers natürlich verkleinerten.

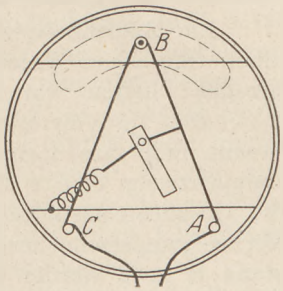


Fig. 3.

Beide Instrumente erlauben eine gute Einsicht in die arbeitenden Teile, sie leisteten gute Dienste besonders bei Abstimmungsversuchen (s. *diese Zeitschr. Jahrg. 1906, S. 152*). Sie dürfen bis etwa 1,5 Ampere belastet werden (bei doppeltem Hitzdraht). Der Stromwert der 30teiligen Skala betrug beim

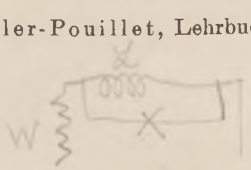
	Instrument I	Instrument II
0,3 Amp.	3 Skalenteile	—
0,4 „	7 „	—
0,5 „	10 „	1 Skalenteil
0,6 „	15 „	2 Skalenteile
0,7 „	19 „	4 „
0,8 „	23 „	6 „
0,9 „	25 „	8 „
1,0 „	28 „	11 „
1,5 „	—	23 „

Zum Nachweis des Selbstinduktionsstromes[1].

Von Professor Dr. **J. Weiß**, Freiburg i. Br.

Zum Nachweis des Extrastromes wird häufig folgende Anordnung benützt: Ein Strom durchfließt zuerst einen Widerstand W und verzweigt sich hierauf; der eine Zweig wird gebildet durch eine Selbstinduktion, bestehend aus einem großen Elektromagnet, der andere Zweig durch eine Glühlampe. Der Strom wird so reguliert, daß die Glühlampe schwach rot glüht. Bei Stromschluß und bei Stromöffnung leuchtet die Lampe jeweils hell auf, ein Beweis dafür, daß bei Stromschluß der Widerstand des Selbstinduktionszweiges über den des Lampenzweiges überwiegt und der Strom in den Lampenzweig hinübergedrückt wird. Der Beweis ist aber nicht ganz bündig: Man könnte den Einwand machen, daß bei Stromschluß im ganzen Stromkreis, also nicht nur in der Lampe, sondern auch im Elektromagnet, ein stärkerer Strom fließt. Dieser Einwand läßt sich auf mannigfache Art widerlegen; z. B. dadurch, daß man den Widerstand W gleichfalls ganz oder zum Teil aus Lampen herstellt, welche vom Strom zur Rotglut gebracht werden. Diese Lampen leuchten bei Strom-

[1]) Siehe Müller-Pouillet, Lehrbuch der Physik IV, 2, 3, Seite 771.



schluß und Stromöffnung nicht auf. Falls der Vorschaltwiderstand W groß gegen den Widerstand der Stromverzweigung ist, geht der Extrastrom fast nicht in die Hauptleitung, sondern fließt durch die Lampe; dann erlangt der Strom in der Hauptleitung sofort nach Stromschluß seine volle Stärke. Zum Gelingen des Versuches soll also W groß gegen den Widerstand des Lampenzweiges sein, weil dann die im Nebenschluß liegende Lampe am stärksten aufleuchtet.

Ein Zahlenbeispiel möge die Anordnung erläutern. Der Elektromagnet hatte einen Ohmschen Widerstand von 0,6 Ω, und ich wünschte, ihn mit rund 2,5 Amp. zu erregen; hierzu war an den Klemmen des Elektromagnets eine Spannung von $2{,}5 \cdot 0{,}6 = 1{,}5$ Volt erforderlich. Damit eine parallel geschaltete Glühlampe schwach brennt, muß ihre normale Betriebsspannung etwas höher sein, ich nahm also in den Lampenzweig eine 2 Volt-Lampe. Letztere verzehrte dabei etwa 0,5 Amp., so daß die Gesamtstromstärke vor der Verzweigung $2{,}5 + 0{,}5 = 3$ Amp. betrug. An der Verzweigungsstelle herrschte eine Spannung von 1,5 Volt; wenn der Vorschaltwiderstand W groß werden sollte, mußte mit einer Stromquelle von viel höherer Spannung gearbeitet werden. Benützt wurde eine Akkumulatorenbatterie von 24 Volt; eine höhere Spannung wäre noch vorteilhafter gewesen. Damit die Stromstärke 3 Amp. betrug, mußte $W = 24 : 3 = 8\ \Omega$ vorgeschaltet werden, während der Widerstand des Lampenzweiges $1{,}5 : 0{,}5 = 3\ \Omega$ betrug. Bereits bei dieser Dimensionierung ging also der Hauptteil des Selbstinduktionsstromes durch den Lampenzweig, nur $\frac{3}{8+3} = \frac{3}{11}$ gingen in die Hauptleitung. Wir sehen aber, daß wenn W noch kleiner gemacht worden wäre, ein größerer Bruchteil des Schließungsstromes in die Hauptleitung gegangen wäre, so daß die Lampe im Lampenzweig nicht aufgeleuchtet hätte. W muß also groß gemacht werden.

Auch beim Öffnen des Stromes in der Hauptleitung leuchtet die Lampe auf, weil der entstehende Extrastrom die einzige nach Unterbrechung der Hauptleitung ihm zur Verfügung stehende Leitung über den Nebenschluß benützt. Doch kann aus dem Aufleuchten einer Lampe nicht auf die Richtung des Stromes geschlossen werden.

Die Richtung des Schließungs- und Öffnungsextrastromes ergibt sich ohne weiteres, wenn man in jeden der beiden Zweige eine Spule mit wenig Windungen dicken Drahtes einsetzt und diese auf eine Magnetnadel so einwirken läßt, daß die Spulen bei Stromdurchgang im stationären Zustand sich gegenseitig gerade kompensieren und die Magnetnadel nicht ablenken; man erreicht dies durch Annähern oder Entfernen von einer der beiden Spulen. Die Anordnung stellt ein primitives Differentialgalvanometer dar. Ich verwendete Spulen mit je etwa 10 Windungen, deren jede etwa 400 cm² Windungsfläche besitzt. Die Spulen und die Magnetnadel müssen natürlich in größerer Entfernung vom Elektromagnet aufgestellt sein, damit er nicht mehr auf die Magnetnadel wirkt; ferner sollen die Zuleitungen möglichst geringen Widerstand besitzen. Beim Schließen des Hauptstromes zeigt die Nadel einen kräftigen Anschlag, ebenso beim Öffnen, jedoch geschieht der Anschlag hierbei in entgegengesetztem Sinn wie beim Schließen des Stromes. Die Richtung des ihn bewirkenden Extrastromes findet man mit der Amereschen Schwimmregel. — Die Lampe im Nebenschluß leuchtet nun nur noch schwach auf, weil der Widerstand der Verzweigung gegen W zu groß wurde.

Steht ein größerer Elektromagnet zur Verfügung, so läßt sich die Wirkung der Selbstinduktion bei Stromschluß in viel einfacherer Weise zeigen. Unter günstigen Verhältnissen dauert es viele Sekunden, bei großen Elektromagneten sogar Minuten, bis der Strom nach Stromschluß seine volle Stärke erreicht. Erforderlich ist für das Optimum, daß der Ohmsche Gesamtwiderstand des Stromkreises ein Minimum wird (der Quotient aus Selbstinduktion : Gesamtwiderstand muß möglichst groß sein). Da man den Ohmschen Widerstand des Elektromagneten nicht ändern

kann, muß man eine Stromquelle von möglicht geringem inneren Widerstand benützen; auch darf der Widerstand des Amperemeters nur verschwindend klein sein gegen den Widerstand des Elektromagneten, und das Amperemeter muß, sich möglichst rasch einstellen. Ich habe z. B. für unsern Elektromagnet, dessen Widerstand nur etwa 0,6 Ω beträgt, als Stromquelle mehrere größere parallel geschaltete Akkumulatoren benützt. Diese wurden mit dem Elektromagnet und einem Demonstrationsmilliamperemeter zu einem Stromkreis vereinigt. Die Stromstärke betrug rund $2 : 0{,}6 = 3$ Amp., und das Amperemeter wurde durch Parallelschalten eines Nebenschlusses auf die erforderliche Empfindlichkeit gebracht. Tatsächlich kroch der Zeiger bei Stromschluß nur ganz langsam bis in seine endgültige Stellung, er brauchte hierzu etwa 10 Sekunden. Ersetzt man dagegen den Elektromagnet durch einen reinen Ohmschen Widerstand von 0,6 Ω, wie ihn der Elektromagnet besitzt, so stellt sich der Zeiger bei Stromschluß momentan ein und schlägt dabei sogar über die endgültige Stellung hinaus aus. Mit einer Wippe läßt sich das Umschalten rasch vornehmen, wodurch der Versuch noch an Deutlichkeit und Eindringlichkeit gewinnt.

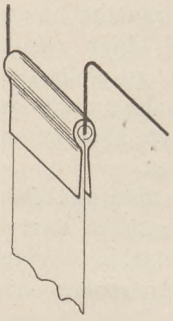
Den Extrastrom beim Öffnen des Hauptstromes zeigt man, indem man mit einer Wippe oder einem Morsetaster die Akkumulatoren ausschaltet und sogleich darauf eine Glühlampe von passender Größe an den Elektromagnet anlegt; letztere leuchtet hell auf. Ein Amperemeter statt der Lampe gibt einen kräftigen Ausschlag, aus dessen Richtung sich diejenige des Extrastromes bestimmen läßt. — Schaltet man in dem aus Akkumulatoren, Elektromagnet und Amperemeter bestehenden Stromkreis hinter den Akkumulatoren einen Kommutator ein, so sieht man, daß der Strom beim Kommutieren um so weniger Zeit hat, auf seine volle aus dem Ohmschen Gesetz sich ergebende Stärke anzuwachsen, je rascher die Kommutierungen aufeinander folgen. Der Widerstand des Elektromagnets, d. h. der Quotient aus Spannung und (effektiver) Stromstärke, ist für einen Wechselstrom größer als für einen Gleichstrom, und der Versuch läßt besser wie jede Rechnung erkennen, worauf der Wechselstromwiderstand einer Selbstinduktion beruht.

Natürlich ist bei diesen Versuchen der Elektromagnet magnetisch kurz zu schließen.

Für die Praxis.

Die Verwendung von Leuchtfarben bei der optischen Scheibe von Hartl. Von **Karl Gentil** in Thorn. So ausgezeichnet sich die optische Scheibe von Hartl zur Darstellung fast aller Gesetze über Zurückwerfung und Brechung der Lichtstrahlen eignet, so hat sie doch einen Nachteil, der darin besteht, daß die reflektierenden Spiegel bezw. brechenden Glaskörper bei den Versuchen nicht deutlich genug zu sehen sind, es sei denn, daß man die Versuche im Halbdunkel ausführt, wobei dann wieder die Sichtbarkeit der Strahlen leidet. Vielleicht könnte man diesen Nachteil durch die Verwendung von phosphoreszierenden oder radioaktiven Leuchtfarben beseitigen. Besonders in der Herstellung von stark nachleuchtenden farbigen phosphoreszierenden Leuchtfarben hat es die chemische Industrie weit gebracht. Die Glaskörper würden etwa an ihren oberen Umrissen mit solcher Leuchtfarbe zu versehen sein; desgl. könnte man auch die Leuchtfarbe bei der Gradeinteilung und den Einfallsloten verwenden, wobei man ja auch verschiedene Farben von Orange bis Violett zur Verfügung hat. Eine kurze Vorbelichtung mit Tages- oder Bogenlicht genügt, um die Leuchtfarben zum längeren intensiven Nachleuchten anzuregen. Einer solchen Vorbelichtung bedürfen natürlich nicht die radioaktiven Leuchtfarben, doch dürfte deren Verwendung an den hohen Kosten scheitern.

Elektrodynamische Kräfte zwischen Stromleitern. Von **Arthur Hofmann** in Dresden. In Jahrgang 1919, Heft 5, Seite 172 dieser Zeitschrift wird der Versuch, der die Wirkung zweier Stromleiter aufeinander ohne Anwendung des Ampèreschen Gestelles zeigen soll, durch einen festen Draht und einen Lamettafaden dargestellt. Überzeugender ist der Versuch freilich, wenn, wie bei Rosenberg, beide Leiter beweglich sind. Man verwendet hierzu, da bei Lamettafäden starke Ströme ausgeschlossen sind, zwei Bänder von je 1 m Länge und 2 cm Breite, welche mit Lametta durchwirkt sind: derartige Bänder wurden früher viel zum Besatz von Maskenkleidern verwendet. Das Ende eines solchen Bandes wickelt man mehrfach um einen dicken, 6 cm langen Draht, klemmt ein Blech 2×4 cm in der aus der Figur ersichtlichen Weise darüber und biegt den Draht an den Enden des Bleches so um, daß Band und Blech in ihrer Lage festgehalten werden. Das freie 2 cm lange Ende des Drahtes dient zur Stromzuführung.



Die beiden Bänder hängt man, etwa 2—3 cm von einander entfernt, an einem Ende senkrecht so auf, daß ihre anderen Enden mit einigen Zentimetern auf dem Tisch aufliegen. Sie besitzen dann genug Bewegungsfreiheit. Durch das eine Band leitet man den Strom direkt, durch das andere erst über einen Stromwender. Jedes Band kann man vorübergehend bis zu 10 Amp. belasten. Sie springen dann bis 15 cm weit auseinander, ihre Bewegung ist von den entferntesten Plätzen des Lehrsaales deutlich zu sehen.

Es ist vorteilhaft, diesen Versuch nicht nur mit Gleichstrom, sondern auch mit Wechselstrom vorzuführen. Mit Hilfe des Stromwenders kann man in die Bänder gleiche oder entgegengesetzte Phasen schicken, die Bänder führen dieselben Bewegungen aus wie bei Gleichstrom.

Die Bänder lassen sich auch noch zu einer Reihe anderer Versuche verwenden, z. B. zu den Versuchen über die Bewegung eines Stromleiters im magnetischen Felde (Grimsehl, Lehrbuch der Physik, § 445). Das Band wickelt sich sehr leicht um einen Stabmagneten; es wird weit aus dem Kraftfeld eines Elektrohufeisenmagneten herausgeschleudert.

Zur Bildung nitroser Gase bei Hochspannungsentladung. Von Geh.-R. Prof. Dr. **Franz Fischer** in Mülheim-Ruhr. Gelegentlich einer Abendvorlesung in einem mit Glühlampen beleuchteten Raum wollte ich die Bildung verdünnter nitroser Gase bei der Hochspannungsentladung zeigen. Die Versuchs-Anordnung war folgende: Der Hochspannungslichtbogen brannte im untersten Teil einer 10 cm weiten und 1 m langen Glasröhre, welche senkrecht vor einem weißen Wandschirm aufgestellt und oben mit Ausnahme einer kleinen Öffnung verschlossen war. Daß das Rohr sich in wenigen Minuten mit gelbbraunen nitrosen Gasen anfüllte, war als Kontrastwirkung zu dem weißen Wandschirm bei Tage gut zu sehen. Am Abend jedoch bei der künstlichen Beleuchtung war kaum etwas zu erkennen. Ich habe mir nun dadurch geholfen, daß ich an Stelle der Glühlampen-Beleuchtung eine Quarzquecksilberlampe einschaltete, dann konnte man die nitrosen Gase gut erkennen. Daß nicht lediglich eine Fluoreszenzerscheinung der Glasröhre vorlag, ließ sich dadurch beweisen, daß man durch einen Luftstrom (Preßluft) die nitrosen Gase aus dem Glaszylinder als gelbbraune Wolken verdrängen konnte.

Es gibt wahrscheinlich auch noch andere Fälle, bei denen eine Beleuchtung durch eine Quarzquecksilberlampe bei Abendvorlesungen von Vorteil ist.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Zwei akustische Vorlesungsversuche. Von H. KAYSER (*Physikal. Zeitschr. 21, 1920, S. 11*). 1. Um auch nicht musikalisch feingeschulten Hörern einen Kombinationston, und zwar einen Differenzton hörbar zu machen, benutzt der Verf. zwei kleine Glaspfeifen, je von der Gestalt eines Zerstäubers, die sehr kräftige Töne geben. Die eine Pfeife, die den höheren Ton gibt, ist offen, die andere durch einen Stempel gedeckt, der sich in ihr leicht verschieben läßt. Bläst man beide Pfeifen gleichzeitig an, so entsteht der Differenzton. Um seine Wahrnehmung zu erleichtern, verschiebt man während des Anblasens den Stempel so, daß der tiefere Ton höher wird, also die Schwingungszahlen beider Töne sich nähern, dann wird der Differenzton immer tiefer. Neben dem höheren Ton der ersten und dem höher werdenden der zweiten Pfeife wird im Klange der tiefer werdende Differenzton leicht wahrgenommen.

2. Um die Zinken einer Stimmgabel sind bekanntlich vier Richtungen vorhanden, in denen der Ton durch Interferenz vernichtet wird. Der vom Verf. angegebene Versuch, die Interferenzrichtungen mittelst eines Resonators nachzuweisen, ist bereits in K. Rosenbergs Experimentierbuch (3. Aufl.) II, S. 211 beschrieben. *P.*

2. Forschungen und Ergebnisse.

Die Natur des Polarlichts. Da neuerdings die spektralanalytischen Untersuchungen von J. STARK zur Beantwortung der Frage nach der Natur des Polarlichts geführt haben, sei auch an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß es im letzten Jahrzehnt der Arbeit verschiedener Forscher gelungen ist, in die früher so rätselhafte Erscheinung des Polarlichts und ihren merkwürdigen Zusammenhang mit den Sonnenflecken Licht zu bringen. Man wird ja auch im Unterricht nicht mehr an der Sache vorbeigehen können.

Den ersten Anstoß zur Lösung der Frage gaben bekanntlich die Untersuchungen von Birkeland (1896), der von der Voraussetzung ausging, daß die Polarlichter durch Kathodenstrahlen erzeugt werden, die von der Sonne — besonders von deren Fackeln und Flecken — ausgehen. Birkeland stützte seine Hypothese durch eine Reihe von Versuchen mit einer die Erde darstellenden, magnetisierten Kugel, die er der Wirkung von Kathodenstrahlen aussetzte. Es gelang ihm zu zeigen, daß unter gewissen Bedingungen die Kathodenstrahlen durch die beiden Magnetpole der Kugel „eingesaugt“ werden und die Kugel in Gürteln um die magnetischen Pole herum treffen, womit das Phänomen des Polarlichts einigermaßen nachgeahmt war. Eine wesentliche Stütze erfuhr die Birkelandsche Hypothese dadurch, daß sich Störmer der mühevollen Aufgabe unterzog, das Problem mathematisch zu behandeln und die Bahnen der Elektronen im Magnetfeld der Erde zu berechnen. Dabei stellte sich in der Tat heraus, daß die kosmische Strahlungstheorie imstande ist, die wichtigsten Erscheinungen des Polarlichts zu erklären; es blieben aber doch noch manche Einzelheiten, namentlich was die Form und die Höhenlage der Polarlichter anbelangt, übrig, die mit der Annahme von Kathodenstrahlen nicht gut verträglich waren. Vegard zeigte nun, daß die Eigenschaften des Polarlichts besser erklärt werden können, wenn man an Stelle der negativen Kathodenstrahlen positive Atomstrahlen, insbesondere α-Strahlen von Radioelementen annimmt und es war daher festzustellen, welche der beiden Strahlenarten in Betracht kommt. Hier setzen nun die experimentellen Arbeiten von STARK ein.

Er geht dabei von der Tatsache aus, daß, wie er schon durch zahlreiche spektroskopische Untersuchungen festgestellt hatte, bei vielen Elementen das durch Kanalstrahlen zur Emission gebrachte Spektrum von demjenigen verschieden ist, das durch Kathodenstrahlen erregt wird. Da nun die von der Sonne kommenden elektrischen Strahlen durch Stickstoff hindurchgehen, wird man durch Vergleich des Nordlichtspektrums mit den verschiedenen N-Spektren zu einer Lösung der Frage kommen müssen. Von diesen Spektren waren bislang die positiven und negativen Bandenspektren und das sogenannte Funkenspektrum bekannt. Tatsächlich treten auch, wie schon durch andere Forscher festgestellt worden war, im Nordlichtspektrum die positiven und negativen N-Banden auf, während sich nach den Untersuchungen STARKS mit Sicherheit nur zwei Linien des Funkenspektrums nachweisen lassen. Aber weder die Bandenspektren, noch die Funkenlinien gestatten einen Schluß über die Natur der Nordlichtstrahlen, da sie sowohl von raschen Kathoden- als auch von raschen Kanalstrahlen zur Emission gebracht werden können. Nun blieben aber im Nordlicht immer eine Anzahl von Linien übrig, die weder in den bis dahin bekannten N-Spektren noch sonst in irgend einem bekannten Spektrum unterzubringen waren; vor allem galt dies für die gelb-grüne „Nordlichtlinie“, die man deshalb dem hypothe-

tischen Geokoronium zugeschrieben hat. STARK klärte nun mit einem Schlag die Natur dieser rätselhaften Linien auf, indem er davon ausging, daß außer den schon erwähnten Spektren des Stickstoffs noch ein weiteres bis dahin nicht bekanntes Spektrum existieren müsse, nämlich das N-Spektrum, das nur von Kanalstrahlen zur Emission gebracht wird und das STARK aus Gründen, die hier nicht näher auseinandergesetzt werden können, das N-Bogenspektrum heißt. Durch nähere Untersuchung dieses N-Bogenspektrums konnte STARK in der Tat feststellen, daß die obenerwähnten übrig bleibenden Linien identisch sind mit Linien des N-Bogenspektrums, und zwar erstreckt sich die Übereinstimmung nicht allein auf die Wellenlänge, sondern auch auf deren Intensitätsverhältnis. Insbesondere gilt dies auch für die bis jetzt so rätselhafte Nordlichtlinie.

Auf diese Weise wurde nicht nur die Natur des Nordlichtspektrums aufgeklärt, es konnte gleichzeitig auch festgestellt werden, daß das Nordlicht durch Kanalstrahlen und nicht durch Kathodenstrahlen erzeugt wird und es wäre jetzt nur noch zu untersuchen, welcher Art diese positiven Nordlichtstrahlen sind. Sind es α-(He)-Strahlen von Radioelementen, wie Vegard annimmt, oder sind es andere positive Atomstrahlen und welchen Elementen gehören diese an?

Auch dieser Frage hat sich STARK zugewendet; sie läßt sich aber auf Grund des bis jetzt vorhandenen Beobachtungsmaterials nicht einwandfrei lösen. STARK glaubt jedoch, aus seinen bisherigen Beobachtungen schließen zu dürfen, daß das Nordlicht nicht durch die raschen α-Strahlen radioaktiver Elemente, sondern durch positive Atomstrahlen kleinerer Geschwindigkeit (10^7—10^8 cm/sec) erzeugt wird. Ziemlich sicher gehören zu den Letzteren positive H-Strahlen, wahrscheinlich kommen aber auch noch andere Elemente in Betracht, wenigstens nimmt man an, daß der Wechsel der chemischen Natur der Nordlichtstrahlen mit ein Grund für den Wechsel der Farbe des Nordlichts ist.

Diese so wichtigen spektralanalytischen Untersuchungen des Polarlichts dürften im weiteren Verlauf nach zwei Seiten hin von Erfolg begleitet sein. Man wird einerseits gewisse Rückschlüsse auf die Vorgänge, die sich auf der Sonne abspielen, machen können, andererseits wird man durch das Nordlichtspektrum auch näheren Aufschluß über die Zusammensetzung der Luft in den Höhen, in der sich die Polarlichter befinden, erwarten dürfen. Bemerkenswerte Resultate hierüber verdanken wir ja schon den bisherigen Untersuchungen STARKS. Ganz abgesehen davon, daß die Nordlichtlinie nicht mehr durch das hypothetische Geokoronium erklärt werden muß, fällt auch ohne weiteres auf, daß in dem Nordlichtspektrum nur die N-Linien auftreten und nicht, wie nach den seitherigen Annahmen über die Luftzusammensetzung in den betreffenden Höhen eigentlich zu erwarten wäre, die H- bzw. die He-Linien. Die bisherigen Voraussetzungen über die Zusammensetzung der Atmosphäre in höheren Schichten müssen unter diesen Umständen revidiert werden, denn schon jetzt folgert STARK aus seinen Untersuchungen, daß „der Teildruck des H und derjenige des He in 100—150 km Höhe über dem Erdboden kleiner als 30 % des Teildruckes des N in dieser Höhe sind", ein Resultat, das mit den alten Anschauungen nicht übereinstimmt.

Wenn so durch die bisherigen Untersuchungen das wichtige Resultat sichergestellt ist, daß die Nordlichtstrahlen aus langsamen positiven Atomstrahlen bestehen, so ist damit natürlich nicht gesagt, daß von der Sonne nicht auch noch rasche α-Strahlen und Elektronenstrahlen in den Bereich der Erde gelangen und vielleicht zu gewissen magnetischen Störungen, zur täglichen Variation des Erdmagnetismus usw. Veranlassung geben. Ja man wird unter Umständen sogar noch eine weitere kosmische Strahlung ins Auge fassen müssen; diese besteht nach Arrhenius aus elektrisch geladenem, kosmischen Staub, der durch den Luftdruck von der Sonne fortgetrieben wird und der vielleicht die Ursache des Zodiakallichts ist[1]). *W. Kodweiß.*

[1]) L. Vegard, Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik. Bd. 14. 1917.

J. Stark, Annalen der Physik. Bd. 54. 1917. Die Naturwissenschaften. Bd. 6. 1918.

3. Geschichte und Erkenntnislehre.

Physik und philosophische Propädeutik. In dem verdienstvollen Sammelwerk von G. Lambeck „Philosophische Propädeutik im Anschluß an Probleme der Einzelwissenschaften"[1]) hat E. GOLDBECK den Abschnitt über Physik, wie auch den über Mathematik bearbeitet. Wir gehen auf den ersten von beiden berichtweise etwas näher ein. GOLDBECK schließt sich der üblichen Auffassung an, derzufolge die Physik mit der Frage nach dem „Warum" einer Erscheinung anhebt. Sollte nicht hierauf bisher ein zu starkes Gewicht gelegt worden sein? Ist nicht vielmehr ein allgemeiner Grund, nämlich das „Sichwundern", wie der Anfang der Philosophie, so auch der Anfang der Physik gewesen? Wenn etwas Absonderliches, mit den sonstigen Erfahrungen in Widerspruch stehendes sich ereignet, so tritt

[1]) Leipzig und Berlin, B. G. Teubner 1919. 236 S. M. 5,—, geb. M. 6,80.

damit ein Problem auf, nämlich dies, wie der Widerspruch zwischen der neuen Erscheinung und den bisherigen Erfahrungen oder auch Denkgewohnheiten aufgeklärt oder aufgehoben werden kann. Man denke an die beiden berühmtesten Entdeckungen des Archimedes, des ersten Physikers der alten Welt. Der Widerspruch, der beim Hebel als Problem sich aufdrängt, finden wir in den pseudoaristotelischen „mechanischen Problemen“ zutreffend formuliert: „Ungereimt erscheint es, daß eine große Last durch eine kleine Kraft, jene noch verbunden mit einer größeren Last (der Hebelstange) bewegt wird. Und die Lösung? Archimedes zeigt durch eine Analyse der Erscheinung, daß in dem Gesetz des ungleicharmigen Hebels das Gesetz des gleicharmigen Hebels enthalten ist, das als selbstverständlich erscheint und zur Verwunderung keinen Anlaß gibt. Und die andere Entdeckung, die den Gewichtsverlust eines in Wasser eingetauchten Körpers betrifft? Zunächst eine äußerst befremdliche Tatsache, die aber darauf „zurückgeführt“ werden kann, daß Wasser in Wasser überhaupt nicht schwer ist, insofern es ja von dem umgebenden Wasser getragen wird. In beiden Fällen wird nicht eine Ursache, sondern ein Grund (Galilei sagt in solchem Fall *ragione*) zur Erklärung der Erscheinung aufgefunden. Galilei hat von seinem großen Meister Archimedes auch dies gelernt. Er sucht hinter dem überraschenden Wegzeitgesetz des freien Falls das einfachere Grundgesetz, das nicht die äußere Form, sondern das Wesen des Vorgangs bedeutet; er entdeckt dies Grundgesetz in der Beziehung $v = bt$ und leitet daraus jenes Wegzeitgesetz ab, ebenso wie Archimedes das Gesetz des ungleicharmigen aus dem des gleicharmigen Hebels. Er hat damit den wahren und inneren Grund (*vera ed intrinseca ragione*) des Wegzeitgesetzes aufgefunden (hiernach dürfte auch die von GOLDBECK S. 38 gegebene Darstellung richtig zu stellen sein). Wie neuerdings H. Dingler gezeigt hat, handelt es sich in allen solchen Fällen um das Aufsuchen von Elementartatsachen, womit denn auch die Vorgänge mehr oder minder so „durchleuchtet“ sind, daß sie das Befremdliche abstreifen, ja schließlich auf Identitäten zurückkommen, wie namentlich der Fall der Energieverwandlung lehrt.

Andererseits ist zuzugeben, daß der Ursachbegriff namentlich beim Aufsuchen der Zusammenhänge innerhalb des Erfahrungsgebiets eine nicht unerhebliche Rolle spielt. Die Notwendigkeitsbeziehung, die der Ursachbegriff mit sich bringt, führt ja zu den Gesetzen, in denen die physikalische Erkenntnis konzentriert erscheint. Über das Wesen des Ursachbegriffs und die Art seiner Verwendung weiß GOLDBECK vieles Lehrreiche zu sagen, er versäumt aber auch nicht auszusprechen, wie wenig wir von der Kausalität wissen, die doch die Grundvoraussetzung aller Gesetzlichkeit ist.

Einen beträchtlichen Teil seiner Abhandlung widmet GOLDBECK dem Weltbilde der Physik. Dies Weltbild entspringt aus dem Streben nach Zusammenfassung und Vereinheitlichung, nicht minder aber aus dem Streben nach Vertiefung, nach dem, was den Erscheinungen „zum Grunde liegt“. Wenn das Gesetz für die Ablenkung eines Lichtstrahls beim Eintritt in ein anderes Medium erkannt ist, so bleibt es die Aufgabe der Hypothese, den Grund für diese Ablenkung aufzusuchen, woraus sich dann auch das empirisch erkannte Gesetz der Ablenkung ergeben muß. Die Hypothesen leisten in der Regel nur eine Zurückführung auf mechanische Vorgänge, „lassen aber die letzte Durchleuchtung der Ursachen vermissen“. Das Weltbild der Physik unterscheidet sich von der naiven Weltbetrachtung dadurch, daß es die sekundären Sinnesqualitäten ausschließt und durch mechanische ersetzt, andererseits aber hält es an den primären Qualitäten, an der Realität von Raum, Zeit und Materie fest, im Gegensatz zu der philosophischen Ansicht, die den „Körper“ gänzlich zu zerstören und in einen Komplex von Phänomenen des Innenlebens zu verwandeln droht. Mit der natürlichen Weltbetrachtung hat die Physik auch den Kraftbegriff gemein, aber doch in einer kritisch gereinigten Form. Für die erstere sind Kräfte etwas Lebensvolles, Wirkendes, ein Leiden Verursachendes. Die Physik aber scheidet alle diese anthropomorphen Elemente grundsätzlich aus, sie entseelt die Welt zugunsten der mathematischen Greifbarkeit der Erscheinungen. Wäre es möglich, alle Erscheinungen auf ein mechanisches Kräftespiel zurückzuführen, so wäre das Streben nach einem einheitlichen Weltbild durch die mechanische Weltanschauung geliefert. Auch die „energetische“ Weltbetrachtung ist ja in die mechanische eingeschlossen. Der Möglichkeit dagegen, daß auch der menschliche Geist in seinen Funktionen der mechanischen Kausalität unterworfen sei, steht der Verfasser zweifelnd gegenüber. Wir sind weit davon entfernt, die seelischen Vorgänge dem Begriff der Energieverwandlung unterzuordnen, die Wechselwirkung zwischen Körper und Seele ist noch immer völlig rätselhaft. Daß der Mensch nichts anderes als eine Maschine sei, scheine unannehmbar. Ein natürliches Fühlen sträubt sich aufs heftigste gegen eine solche Mechanisierung. Vielmehr drängt unser Wesen einem polaren Gegensatz zu, der dort Notwendigkeit, hier Freiheit fordert. Der Physiker, der sich der Grenzen seines Wissenschaftsbereichs bewußt ist, wird kein Bedenken tragen, sich dieser Auffassung anzuschließen. *P.*

5. *Technik und mechanische Praxis.*

Die drahtlose Telephonie und die Hochfrequenztelephonie längs Leitungen. Im Gegensatz zu der außerordentlich schnellen und erfolgreichen Entwicklung der drahtlosen Telegraphie hatte die drahtlose Telephonie es zu nennenswerten praktischen Erfolgen bisher nicht bringen können, obwohl auch das Problem der drahtlosen Telephonie im Prinzip schon längst gelöst war. Abweichend von der einfachen Struktur der Morsezeichen, die aus kurzen oder längeren Stromstößen bzw. Wellenzügen von mehr oder weniger beliebigen gegenseitigen Intensitätsverhältnissen bestehen, stellen die fein differenzierten Sprechströme wesentlich andere Anforderungen an die Natur der elektrischen Schwingungen, die als Träger der zu übermittelnden Zeichen dienen sollen. In erster Linie muß die Bedingung erfüllt sein, daß diese Schwingungen keinerlei im Bereich der akustischen Frequenzen liegenden Pulsationen aufweisen, am besten also aus ungedämpften kontiunierlichen Schwingungen bestehen und hinsichtlich Wellenlänge und Amplitude von möglichst großer Konstanz sind. Diese Bedingungen waren schon, z. T. wenigstens, durch den Poulsen-Lichtbogen und in vollkommenerer Weise durch die Hochfrequenzmaschinen erfüllt, und damit war die Möglichkeit einer drahtlosen Telephonie bereits gegeben, wenn auch die praktischen Erfolge nicht über das Versuchsstadium hinauskamen.

Die Empfangsapparate für die drahtlose Telephonie boten zunächst keine besonderen Schwierigkeiten, denn da ja auch der Empfang der drahtlosen Telegramme mit Hilfe von Detektor und Telephonhörer erfolgte, konnten hier die bereits üblichen Apparate Verwendung finden. Die dem gewöhnlichen Delektor überlegene Wirkungsweise des Audions und ferner die Verstärkung mit Hilfe der Kathodenstrahlenröhren führten zu äußerst vollkommenen Empfangsapparaturen.

Die Hauptschwierigkeit lag in der Beeinflussung des Senders. Die gewöhnlichen Mikrophone halten nur sehr geringe Stromstärken aus, so daß man mit ihrer Hilfe nur sehr kleine Energien steuern kann. Ferner ist mit den üblichen Sende- und Empfangsanordnungen ein eigentliches Gegensprechen, d. h. gleichzeitiges Sprechen und Hören wie bei der Leitungstelephonie nicht möglich. Zwischen Sprechen und Hören mußte eine mehr oder weniger umständliche Umschaltung erfolgen. Dieser Umstand allein schon hätte einer praktischen Anwendung der drahtlosen Telephonie für den allgemeinen Verkehr hindernd im Wege gestanden.

Einen großen Aufschwung nahm die Entwicklung der drahtlosen Telephonie erst, als im Röhrensender (vergl. *diese Zeitschrift S. 206 ff., 1919*) ein für viele Zwecke geradezu ideales Hilfsmittel zur Erzeugung ungedämpfter Wellen geschaffen war, bei dem gleichzeitig die Frage der mikrophonischen Beeinflussung in einfacher und vollkommener Weise gelöst war. Der Röhrensender gibt die Möglichkeit mit günstigem Wirkungsgrad ungedämpfte Wellen von größter Konstanz hinsichtlich Amplitude und Wellenlänge zu erzeugen. Im Gegensatz zu den übrigen Sendern für ungedämpfte Schwingungen, die praktisch nur für große Sendeenergien in Frage kommen, wird der Röhrensender überall dort mit Vorteil angewendet, wo es sich um mittlere oder kleinere Sendeenergien handelt. Er hat ferner den für die praktische Verwendung großen Vorzug so gut wie keiner besonderen Wartung zu bedürfen. Das Mikrophon zur Steuerung der Sendeenergie wird nicht mehr

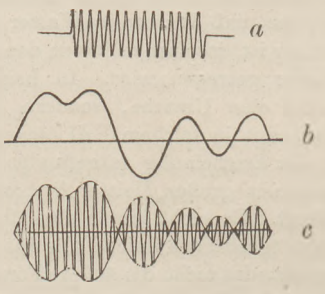


Fig. 1.

in den Nutzstromkreis eingeschaltet sondern in den Gitterkreis, wo nur sehr geringe Energiemengen zu beeinflussen sind. Infolge der Relaiswirkung dieser Röhren können trotzdem erhebliche Sendeenergien leicht und sicher gesteuert werden. In Fig. 3, S. 208, Jahrg. 1919 d. Zeitschr. ist eine Röhrengeneratorschaltung schematisch dargestellt. Will man dem Gitterkreis die Mikrophonströme zuführen, so verfährt man am zweckmäßigsten so, daß man in den Gitterkreis einen Kondensator einschaltet und diesem parallel die Sekundärspule des Mikrophontransformators legt. Dann fließen im Gitterkreise nicht nur die Hochfrequenzströme sondern beim Sprechen gleichzeitig die Mikrophonströme, die durch ihren Einfluß auf die Gitterspannung bewirken, daß der Anodenstrom und infolgedessen auch die Sendeenergie im Rhythmus der Sprachschwingungen schwankt. Stellt also Fig. 1*a* die vom Sender erzeugten Hochfrequenzschwingungen dar, Fig. 1*b* die einem Sprachlaut entsprechende Kurve des Mikrophonstromes, so erhalten die Senderschwingungen nunmehr das Aussehen von Fig. 1*c*. Fig. 2 zeigt die Sendeschaltung für drahtlose

Telephonie nach Meissner[1]), und zwar stellen die dick ausgezogenen Teile der Figur eine normale von der in Fig. 3, S. 208, Jahrg. 1919 dargestellten allerdings etwas abweichenden Senderschaltung dar.

Wie man aus der Figur 2 ersieht, wird dabei die Heizbatterie gleichzeitig als Mikrophonbatterie benützt. Statt daß man, wie in Fig. 2 dargestellt,

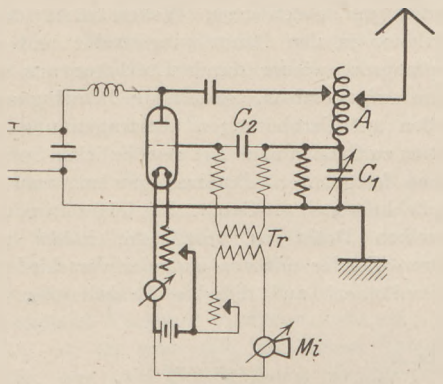


Fig. 2.

die Sekundärspule des Mikrophons direkt in den Gitterkreis einschaltet, kann man auch die Mikrophonströme zunächst in einer Röhrenverstärkerschaltung verstärken. Das ist besonders dann von praktischer Bedeutung, wenn es sich darum handelt, die schwachen Mikrophonströme aus einer Fernleitung einem drahtlosen Sender zuzuführen. Damit ist dann die Möglichkeit eines direkten Übergangs von Leitungstelephonie auf drahtlose Telephonie gegeben, etwa in der Art, daß ein beliebiger Telephonteilnehmer zunächst über seine Teilnehmerleitung mit der Ortszentrale und sodann über eine Fernleitung mit einem besonderen Vermittlungsamte verbunden wird, von wo aus dann nach Ausführung der erforderlichen Schaltung die weitere Übertragung auf drahtlosem Wege erfolgt. Das ganze Gespräch vollzieht sich dann in der bei Leitungstelephonie üblichen Weise, so daß der Teilnehmer von der Einschaltung einer drahtlosen Zwischenstrecke überhaupt nichts bemerken würde. Es ist demnach zu hoffen, daß es in absehbarer Zeit möglich sein wird, von einem beliebigen Fernsprechapparat des Binnenlandnetzes aus direkten Telephonverkehr mit auf See befindlichen Schiffen zu unterhalten.

[1]) Meissner, Telegraphen- und Fernsprechtechnik 1919, 8, S. 45–48.

Auch die weitere Anforderung, die man an einen solchen Betrieb stellen muß, einen regelrechten Gegensprechverkehr zu ermöglichen, ist nunmehr erfüllt. Für kleinere Anlagen genügt eine Anordnung, bei der man mit Hilfe eines am Handapparat befindlichen Druckknopfes, die Antenne nach Belieben auf Empfang oder Senden schalten, mit andern Worten an Hörer oder Mikrophon legen kann.

Auf diese Weise erhält man allerdings keinen eigentlichen Gegensprechverkehr aber einen doch immerhin verhältnismäßig bequemen Wechselsprechverkehr. Für den Verkehr im Großen wird es allerdings erforderlich sein, daß man ebenso wie bei der Leitungstelephonie gleichzeitig sprechen und hören kann. Bei kleineren Anlagen verfährt man dann so, daß man für Senden und Empfangen mit 2 verschiedenen gegeneinander etwas verstimmten Wellen arbeitet. Für größere Betriebe der oben geschilderten Art benützt man für Senden und Empfang 2 verschiedene Antennen, deren Entfernung je nach den zur Verwendung kommenden Energien und Verstärkungsziffern kleiner oder größer ist und bis zu 10 km und mehr betragen kann. Durch besondere gegenseitige Anordnung dieser Antennen, Kompensationseinrichtungen oder durch Verwendung von entsprechend orientierten Rahmenantennen für den Empfang werden die Einwirkungen der Sendeantenne auf die eigene Empfangsantenne beseitigt. Der Fernsprechapparat ist dann induktiv mit beiden Antennenanlagen verbunden etwa in der Art, wie Fig. 3 zeigt. Als Anrufvorrichtung

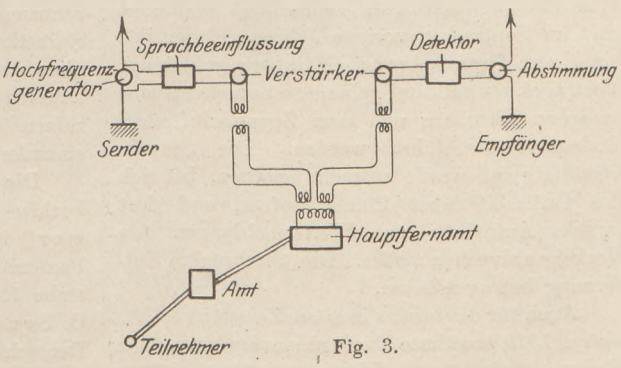


Fig. 3.

kann man z. B. auf der Sendeseite einen Summer benützen, der an Stelle des Mikrophons die Sendeschwingungen beeinflußt. Als Anzeigeapparat auf der Empfangsseite dient dann ein lautsprechendes Telephon.

Wie bereits bei der Besprechung des Röhrensenders dargelegt wurde *(diese Zeitschr. S. 210, Jahrg. 1919)* kann man trotz der an sich verhältnismäßig geringen Energiemengen, die ein einzelner Röhrengenerator zu erzeugen gestattet,

größere Sendeenergien durch Parallelschalten mehrerer Röhrengeneratoren erhalten. Für einen solchen Parallelbetrieb mehrerer Röhrengeneratoren reicht aber ein einfaches Mikrophon nicht mehr aus. Abhilfe schafft hier wiederum die Verstärkung mit Kathodenröhren. Ein solcher Mehrfach-Niederfrequenzverstärker arbeitet in der Weise, daß von Stufe zu Stufe entsprechend der erfolgten Stromverstärkung die Größe der Röhren zunimmt. Führt man der ersten kleinen Röhre die schwachen Ströme einer Fernleitung zu, so kann man aus dem Anodenkreis der letzten Röhre bis zu 200 Watt Sprachstromenergie entnehmen.

In einer Beziehung ist die drahtlose Telephonie der Leitungstelephonie zweifellos überlegen. Während nämlich bei dieser auf große Entfernungen durch die Kapazität der Leitungen die Sprachübertragung verschlechtert wird und die Leitungstelephonie daher im Gegensatz zur Telegraphie auf verhältnismäßig geringe Entfernungen (bis zu einigen 1000 km) beschränkt ist, treten solche prinzipielle Schwierigkeiten bei der drahtlosen Telephonie nicht auf. Indessen wird die Drahttelephonie wohl immer durch ihre größere Sicherheit und die größere Gewähr hinsichtlich der Geheimhaltung überlegen bleiben. Bei einem sehr regen und gedrängten Verkehr zahlreicher drahtloser Stationen werden sich schließlich doch gegenseitige Störungen schwer vermeiden lassen. Aber für besondere Zwecke insbesondere für den Verkehr von Luftfahrzeugen und Schiffen mit dem festen Lande wird die drahtlose Telephonie von großer Bedeutung sein. Wie die Tageszeitungen seiner Zeit meldeten, sind im September vorigen Jahres gelegentlich eines vom Grafen Arco in Nürnberg gehaltenen Vortrages, einwandfrei gelungene Sprechversuche zwischen Nürnberg und dem Zeppelinluftschiff Bodensee ausgeführt worden. Die Sprechverständigung wurde aufrecht erhalten, bis sich das Luftschiff über Plauen befand und dort zwecks Aufnahme von Wettermeldungen den Verkehr abbrechen mußte. Die überbrückte Entfernung betrug 140 km.

Auch für die bereits in *dieser Zeitschrift S. 211, Jahrg. 1919* erwähnte Nachrichtenversorgung der Presse auf drahtlosem Wege kann die drahtlose Telephonie bedeutungsvoll werden, da sie nicht wie die Telegraphie ein besonders geschultes Aufnahmepersonal verlangt.

Auch elektrische Kraftwerke bedienen sich neuerdings dieses Mittels zum Verkehr mit ihren Unterstationen, da der Verkehr mittels Leitungsdrähten hier zu manchen Unzuträglichkeiten führt.

Im engen Zusammenhange mit den soeben dargelegten Fortschritten der drahtlosen Telephonie steht eine Anwendung der Hochfrequenztelephonie, die in allerneuester Zeit Gegenstand eingehender Versuche auch der deutschen Reichspostverwaltung gewesen ist[1]) und allem Anschein nach berufen ist eine erhebliche praktische Bedeutung zu erlangen, nämlich die Hochfrequenztelephonie längs Drahtleitungen. Die Vorrichtungen zum Senden und Empfangen unterscheiden sich im Prinzip in keiner Weise von den soeben besprochenen, nur werden die elektrischen Wellen nicht durch Luftleiter in den Raum ausgestrahlt und am Empfangsort wieder durch Luftleiter aus dem Raum aufgenommen, sondern die Schwingungen werden auf Fernleitungen übertragen und von Station zu Station nach Art gewöhnlicher Sprechströme fortgeleitet. Dadurch gewinnt man die Möglichkeit, mehrere Gespräche gleichzeitig durch denselben Draht zu vermitteln, indem man mehrere Sender mit von einander verschiedenen Wellenlängen auf dieselbe Drahtleitung ar-

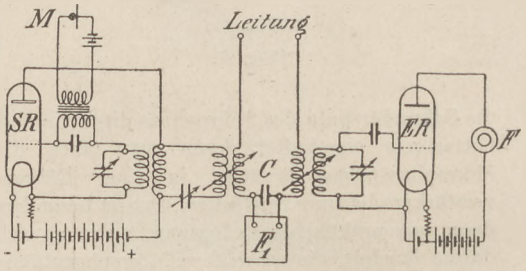


Fig. 4.

beiten läßt. Diese verschiedenen Hochfrequenzschwingungen, jede mit der ihr aufgedrückten Sprachbeeinflussung, durchlaufen die Leitung ohne sich gegenseitig zu stören und werden am anderen Ende, durch entsprechend auf die einzelnen Wellen abgestimmte Empfänger voneinander gesondert aufgenommen.

Die ersten Versuche mit einer Mehrfachhochfrequenztelephonie wurden 1909 von Ruhmer[2]) in Berlin angestellt unter Benützung einer Poulsen-Bogenlampe. Versuche in größerem Maßstabe führte im Jahre 1911 der Amerikaner G. O. Squier[3]) aus. Neuerdings ist man dann in Deutschland und, wie die neuesten Veröffentlichungen zeigen, auch im Ausland dazu über-

[1]) K. W. Wagner, Vielfachtelephonie und -telegraphie mit schnellen Wechselströmen. Elektrotechn. Zeitschr. Jahrg. 40 S. 383—386 und 394—397. 1919.

[2]) E. Ruhmer, „Über Versuche mit Multiplextelephonie". Berlin 1911. Selbstverlag.

[3]) G. O. Squier, „Multiplex telephony and telegraphy by means of electric waves guided by wires". Washington 1911.

gegangen, die Kathodenröhre als Schwingungserzeuger zu benützen. Eine einfachere für den Feldgebrauch bestimmte Anordnung von Fassbender und Habann[1]) zeigt Fig. 4. Die linke Seite der Figur zeigt einen Röhrensender in Rückkoppelungsschaltung mit in den Gitterkreis eingeschaltetem Mikrophon M, die Schwingungen werden induktiv auf die Leitung übertragen. Die rechte Hälfte der Figur zeigt den gleichfalls induktiv gekoppelten Audionempfänger derselben Station. Parallel zu einem Blockkondensator C kann ein gewöhnlicher Fernsprechapparat F an die Leitung angeschlossen werden, so daß die gleiche Fernleitung gleichzeitig für Hoch- und Niederfrequenztelephonie benützt werden kann. Durch Anschalten mehrerer Sender und Empfänger an die gleiche Leitung ist die Möglichkeit einer Vielfachtelephonie gegeben.

Nach ähnlichen Prinzipien sind auch die Apparate konstruiert, die für die Zwecke des allgemeinen Verkehrs in Frage kommen. Versuche, die an einer 300 km langen Versuchsleitung aus zwei 3 mm dicken Kupferdrähten angestellt wurden, führten zu durchaus günstigen Ergebnissen. Es stellte sich dabei heraus, daß es besonders dann, wenn größere Entfernungen zu überbrücken sind, vorteilhaft ist, zu sehr großen Wellenlängen überzugehen. Man benutzte daher Röhrensender von 10 Watt Schwingungsleistung und eine Frequenz von 15000/sec., also eine Welle von etwa 20 km. Das ist eine Frequenz die schon fast im Bereich der hörbaren Schwingungen liegt. Die dabei möglicherweise auftretenden sehr hohen Pfeiftöne werden in dem Zuführungskabel zum Teilnehmer aufgezehrt. Will man aber zu noch niedrigeren Frequenzen bis zu 4000 Perioden also 75 km Wellenlänge heruntergehen, müssen durch besondere Schaltungen (Drosselketten) die Pfeiftöne beseitigt werden. Es ist an und für sich aus dem Grunde vorteilhaft, niedrigere Frequenzen zu benützen, weil dadurch die Dämpfungsverhältnisse der Leitung günstiger werden.

Für den praktischen Gebrauch müssen die Einrichtungen natürlich so getroffen werden, daß sämtliche Hochfrequenzapparate, Generatoren, Audion, Verstärker usw. sich innerhalb der Ämter befinden, während die Teilnehmeranschlüsse mit dem gebräuchlichen Fernsprechgerät ausgerüstet sind, so daß der Betrieb für den Teilnehmer sich in keiner Weise von dem normalen Fernsprechbetrieb unterscheidet.

Bei dem gleichzeitigen Betriebe mehrerer Hochfrequenzapparate auf der gleichen Leitung treten dadurch Störungen auf, daß die von den Röhrengeneratoren erzeugten Hochfrequenzströme nicht rein sinusförmigen Verlauf haben, sondern Oberschwingungen besitzen. Diese Oberschwingungen der verschiedenen Sender gelangen zur Interferenz und können störende Pfeiftöne hervorbringen. Um diese Oberschwingungen zu unterdrücken, schaltet man zwischen Sender und Leitung sogenannte Drosselketten ein. Eine solche Drosselkette besteht aus einem System von

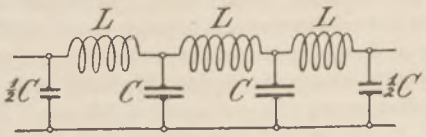


Fig. 5.

unter sich gleichen Spulen und Kapazitäten nach Art der Fig. 5. Die Eigenfrequenz eines einzelnen Gliedes einer solchen Kette beträgt $fo = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

Eine solche Kette hat dann die Eigenschaft alle Wechselströme, deren Frequenz oberhalb dieser Frequenz (der sogenannten Grenzfrequenz) liegt abzudrosseln. Wählt man die Kette so, daß die Grenzfrequenz fo zwischen der Betriebsfrequenz f und der tiefsten Oberschwingung $2f$ liegt, also

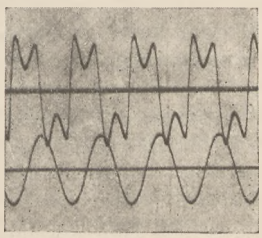


Fig. 6.

etwa $1{,}5\,f$ beträgt, so werden praktisch alle Oberschwingungen beseitigt. Ein Bild von der Wirkungsweise einer solchen Kette kann Fig. 6 geben. Die obere Hälfte der Figur zeigt im Oszillogramm die Spannung vor der Kette, die untere Hälfte die Spannung hinter der Kette.

Auch mit Hilfe solcher Drosselketten gelingt es noch nicht, das Auftreten von Pfeiftönen völlig zu beseitigen. Es stellte sich nämlich heraus, daß auch durch das Audion im Empfänger Oberschwingungen erzeugt werden. Sollen dadurch keine Interferenzen auftreten, so muß man darauf achten, daß nur eine einzige Senderschwingung auf den Gitterkreis eines Audions einwirkt. Die gewöhnlichen Abstimmkreise genügen dazu nicht, man bedient sich daher sogenannter Siebketten, die vor dem Empfänger geschaltet werden. Diese bestehen aus Gebilden nach Art der Fig. 7 und

[1]) K. W. Wagner, a. a. O. S. 30.

haben die Eigenschaft, nur Frequenzen eines bestimmten eng begrenzten Schwingungsbereiches hindurchzulassen, so daß sie als Frequenzfilter dienen.

Abgesehen davon, daß man mit Hilfe der Hochfrequenztelephonie durch gleichzeitige Führung mehrerer Gespräche auf einer Doppelleitung die Leitungen weit besser ausnützen kann, hat die neue Betriebsart noch den Vorzug, gegen Störungen durch benachbarte Starkstrom- und Telegraphenleitungen vollkommen unempfindlich zu sein, da den an diesen Leitungen übertragenen Niederfrequenzströme keine Wirkung auf die Hochfrequenzempfänger ausüben können. Man kann daher die Sprechleitungen ohne Bedenken

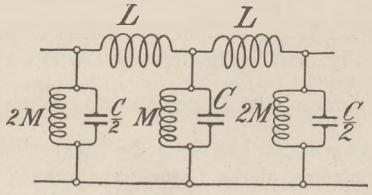


Fig. 7.

in der Nähe von Telegraphen- oder Starkstromleitungen anbringen, ja sogar diese Leitungen selbst für den Sprechverkehr benutzen, indem man die Hochfrequenzsprechströme auf sie überträgt. Andererseits muß man allerdings, falls mehrere Hochfrequenzdoppelleitungen einander parallel laufen, wegen der leichten induktiven Übertragbarkeit schneller Wechselströme die Leitungen sorgfältig vor gegenseitiger induktiver Einwirkung schützen.

Es sei zum Schluß noch erwähnt, daß man ebenso wie für die Telephonie auch für die Telegraphie einen Mehrfachverkehr mit Hilfe hochfrequenter Wechselströme durchführen kann. Unter Benützung besonderer Relaisschaltungen kann man dabei an Stelle des Telephons auch Morseschreiber, Hughes Apparate und Maschinentelegraphen benützen. Näheres darüber wie überhaupt über die zur Hochfrequenztelegraphie und -telephonie dienenden Apparate und Schaltungen enthält die Arbeit von H. Fassbender und E. Habann (Jahrb. der drahtlosen Telegraphie Bd. 14. S. 451—478. 1919.).

Gegen die baldige Einführung der Mehrfach-Hochfrequenztelegraphie spricht heute noch der Umstand, daß die Mehrzahl der im Betrieb befindlichen Telegraphenleitungen Einfachleitungen sind und ein Teil von ihnen aus Eisendraht besteht. Einfachleitungen sind aber für den Hochfrequenzbetrieb wegen der starken gegenseitigen Beeinflussung benachbarter Leitungen und wegen der durch den drahtlosen Verkehr bedingten Störungen ungeeignet, ebenso Eisenleitungen wegen des hohen Dämpfungszuwachses durch den großen Skineffekt, den Eisenleiter aufweisen. Dagegen scheint im Mehrfachfernsprechverkehr mit Hochfrequenz auch unter Benützung des zur Zeit vorhandenen Leitungsmaterials durchführbar, besonders dann, wenn man bei größeren Entfernungen zu niedrigeren Frequenzen übergeht. Gerade im Fernsprechwesen besteht auch das dringendste Bedürfnis dafür, die Leitungsnetze in weit höherem Maße als bisher auszunützen, da bei dem herrschenden Rohstoffmangel in absehbarer Zeit an einen weiteren Ausbau des Leitungsnetzes in größerem Maßstabe kaum zu denken ist. *P. Gehne.*

Drahtloser Schreibempfang über 12000 km. Auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie ist es der Telefunkengesellschaft gelungen, einen neuen, für die praktische Ausnutzung der Groß-Stationen außerordentlich bedeutungsvollen Erfolg zu erringen. Die Empfangsanlage in Geltow hat die funkentelegraphischen Zeichen zweier Groß-Stationen in Holländisch-Indien, nämlich der Stationen Tjililin und Malabar mit dem Morseschreiber aufzunehmen vermocht. Die javanische Station Tjililin verfügt über eine Antenne von 150 m Höhe und eine Antennenenergie von etwa 80 k W, die ihr von einer Hochfrequenzmaschine zugeführt wird, die Station Malabar dagegen arbeitet nach dem Bogenlampensystem von gleicher Antennenenergie, aber etwa 2—3 mal größerer Antennenhöhe. Die Station in Geltow, die als die eigentliche Empfangsstation der Großstation Nauen anzusehen ist, empfängt mit einer Braunschen Rahmenantenne von etwa 80 m Seitenlänge.

Bisher fand der Empfang funkentelegraphischer Nachrichten mittelst Telephon statt, welches die Zeichen in Form musikalischer Töne für das Ohr hörbar machte. Bestenfalls konnte man sie früher auf einer Phonographenwalze fixieren, von der sie jederzeit abzuhören waren, während es jetzt möglich ist, den Wortlaut des Telegramms nach den Morsezeichen auf dem Papierstreifen des Morseapparates niederzuschreiben, wie es bei der Linientelegraphie üblich ist.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Atombau und Spektrallinien, von ARNOLD SOMMERFELD. Mit 103 Abbildungen. X und 550 Seiten. gr. 8°. Braunschweig, F. Vieweg u. S. 1919. Geheftet 25.— Mk., gebunden 28.60 Mk.

Dieses Buch behandelt ein heute sehr aktuelles Gebiet der physikalischen Forschung. In 6 Kapiteln werden die Erscheinungen optischer und Röntgen-Spektren, Radioaktivität und periodisches System der Elemente, Atommodelle, Feinstruktur und Quantentheorie behandelt. Dazu kommen mathematische Zusätze und Ergänzungen, die bis zur neuesten Entdeckung Rutherfords über die Zerlegung des Stickstoffatoms führen. Von der großen Fülle des Stoffes auch nur ein einigermaßen befriedigendes Bild zu geben, ist bei der Kürze des Referats nicht möglich. Zur Charakteristik sei angeführt, daß das behandelte Gebiet wesentlich von dem Gesichtswinkel der Quantentheorie aus angesehen wird. Ferner sind häufig relativitätstheoretische Betrachtungen eingeflochten. Der Verfasser äußert sich mehrfach in enthusiastischen Ausdrücken über die Relativitätstheorie; aus dieser Vorliebe heraus ist es begreiflich, daß er seine Auffassung der Feinstruktur der Spektrallinien eine „relativistische" nennt, obwohl er doch kein spezifisch relativitätstheoretisches Beiwerk, sondern nur die Lorentzsche Gleichung für die Masse: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}}$ gebraucht, die schon vor der Relativitätstheorie existierte und durchaus nicht mit dieser auf Gedeih und Verderb verbunden ist. In der Hauptsache ist die Schrift subjektiv aufzufassen, d. h. so, wie sich der Verfasser die Lösung der behandelten Fragen denkt, aber die Schrift gibt nicht eine Übersicht über die tatsächlich vorhandenen, von den verschiedenen Forschern gegebenen Erklärungen. Durch die subjektiv gefärbte Darstellungsweise darf sich der unbefangene Leser nicht verleiten lassen, zu glauben, daß lediglich die vorgetragenen Theorien des Verfassers die Erscheinungen zu erklären imstande wären. Auch die historische Entwicklung wird häufig subjektiv gefärbt; um nur ein Beispiel zu nennen: Der Gedanke, die Bohrsche Theorie des Wasserstoffatoms auf den Starkeffekt anzuwenden, stammt nicht, wie es nach Seite 440 den Anschein hat, von Schwarzschild und Epstein (1916), sondern von Warburg (1913), der überhaupt nicht erwähnt wird. Bezeichnend für den Wandel der Anschauungen ist der Standpunkt, den der Verfasser gegenüber dem Äther einnimmt: der früher eine Zeitlang für überflüssig und phantastisch erklärte Äther scheint doch unentbehrlich zu sein, denn er wird hier wieder eingeführt: auf S. 390 heißt es: „Nicht das Atom schwingt, sondern der Äther", auf S. 383 wird „jedem Bezugssystem sein eigener Äther" zugesprochen. Hat am Ende auch jedes Bezugssystem seine eigenen Atome? *E. Gehrcke.*

Radioaktivität und die neueste Entwicklung der Lehre von den chemischen Elementen von Dr. K. FAJANS, a. o. Prof. für physikalische Chemie a. d. Univ. München. Mit 7 Abb., 10 Tab. und einem Nachtrage. (Sammlung Vieweg Heft 45.) Vieweg und Sohn, Braunschweig 1919. VIII. 112 S. Geheftet M. 4,— + 60% Aufschlag.

Die Sammlung Vieweg beschert uns hier ein kleines, aber inhaltsschweres Werk, das an den Grundvesten der Chemie rührt und in mustergültiger Weise die Summe aus den kühnsten physikalischen und chemischen Experimentalarbeiten und Spekulationen der letzten beiden Jahrzehnte zieht. Der Verfasser selbst war einer der Allerkühnsten: so hat er mit sicherem Griff die Schwierigkeiten behoben, die dem chemischen Systematiker die sich ständig mehrenden radioaktiven Elemente (oft Eintagsfliegen) bereiteten. Mit den von ihm konzipierten oder ausgebauten Begriffen „Plejade", „Isotopen" und den „Verschiebungsgesetzen" ergab sich ohne Sprengung des alten, von Lothar Meyer und Mendelejeff entworfenen Rahmens ein neues, in sich abgeschlossenes Bild. Die Forschungen der Röntgen-Spektroskopiker, namentlich Moseleys führten im Verein mit den neuen Ansichten über den inneren Bau der Atome („Anatomie der Atome") dazu, nicht mehr das Atomgewicht, sondern die Kern- oder Ordnungszahl als das Wesentliche zu betrachten, wodurch zugleich die alten Dissonanzen im natürlichen System der Elemente (Argon/Kalium; Kobalt/Nickel; Jod/Tellur; die „seltenen Erden"), von denen man früher möglichst wenig sprach, aufgelöst oder wenigstens gemildert wurden. FAJANS' Büchlein bietet aber weit mehr als den oben kurz umrissenen Abschnitt. Eine Fülle von Einzelarbeiten aus allen Gebieten der Radiochemie ist äußerst geschickt und übersichtlich, dabei in fast elementarer Verständlichkeit zusammengefaßt. Als Nachtrag und sozusagen als Probe auf das Exempel werden die letzten Arbeiten von Rutherford in einem vorzüglichen Referat behandelt: die Versuchsergebnisse lassen keine andere Erklärung zu, als daß es gelungen ist, mittels starker α-Strahlen aus Stickstoffatomen leichtere Teilchen herauszuschießen, welche nur

Wasserstoff sein können [$14 = 3 \times 4 + 2 = 3 \times He + 2 \times H = N$], daß also Ansätze zur Analyse (nicht Synthese!) nichtradioaktiver Elemente vorliegen.

W. Roth, Braunschweig.

Das Problem der Entwickelung unseres Planetensystems. Von Dr. F. Nölke, 2. Aufl. Mit einem Geleitwort von H. Jung-Kiel. Springer, Berlin 1919. 28.— Mk.

Die inhaltreiche Arbeit, die mit den verbreiteten kosmogonischen Versuchen nichts gemein hat, setzt es sich zur Aufgabe, einmal sämtliche bisher aufgestellten Hypothesen im einzelnen, und zwar stets quantitativ zu prüfen, zum andern alle überhaupt denkbaren Erklärungen aufzuführen und kritisch durchzugehen. Hierbei stellt sich dann heraus, daß alle Hypothesen bis auf eine oder einige ausscheiden, so daß zum Schluß die richtige Lösung, eine etwas spezialisierte Spiralnebelhypothese, sich ziemlich sicher als die einzig mögliche erweist. Bemerkenswert ist dabei noch insbesondere, daß der Verfasser sich auch zur Annahme der von Campbell und Kapteyn geäußerten Hypothese der Gravitationsvergrößerung bei Dichterwerden der Nebelmaterie genötigt sieht. Die Entstehung der regulären Monde erklärt sich nach dem Verfasser am besten durch die Laplacesche Hypothese, die der irregulären durch Einfangen von in der Nähe der Planeten befindlichen Kondensationskernen des ursprünglichen Sonnennebels. Die Kometenmaterie kann nicht schon ebenso lange wie die der Planeten und Monde zum Sonnensystem gehört haben, sondern muß später angegliedert sein, möglicherweise beim Durchgang des ganzen Systems durch kosmische Nebelmassen. Hierdurch erklärt der Verfasser zugleich das Auftreten der Eiszeiten. Die Materie des Zodiakallichtes ist vielleicht der noch nicht zur Zusammenballung gelangte Rest des Sonnennebels. — Auch wer gegen die letztgenannten einzelnen positiven Ergebnisse des Verfassers Bedenken hat, wird aus der überaus gründlichen, im Gegensatz zu allen bisherigen Kosmogonien rein induktiv verfahrenden Arbeit reichsten Gewinn schöpfen. Sie setzt allerdings hinreichend mathematische und physikalische Vorbildung voraus.

Bk.

Eine neue und einfache Deutung der Schwerkraft. Von Dr. H. Fricke. 137 S. Heckner, Wolfenbüttel 1919.

Der Verfasser deutet das Schwerefeld als Gegenstück zum „Strahlungsfeld". Die in diesem ausströmende Energie strömt in jenem wieder ein. Eine „glänzendste Bestätigung" hiefür findet er in dem von ihm entdeckten „Gesetz": Die (absolute) Oberflächentemperatur der Weltkörper ist der an ihrer Oberfläche herrschenden Schwerkraft proportional. Nimmt man als durchschnittliche Temperatur der Erdoberfläche 15° C = 288° abs. an und rechnet 88° als Anteil, der durch die Sonnenbestrahlung verursacht wird, ab (woher diese Angabe stammt, sagt der Verfasser leider nicht), so ergibt sich für die Sonnentemperatur hiernach 5520°. Dieses für den ersten Blick so verblüffende Ergebnis ist aber auch das einzige quantitativ greifbare. Schon die für die anderen Planeten errechneten Werte hängen in der Luft, da Mittel zu anderweitiger Schätzung nicht einmal angegeben werden. Auch dürfte z. B. der Wert für Saturn (— 30° C) bedenklich sein. Andernfalls ist es auch auf Grund der sonst allgemein anerkannten Gesetze über Wärmestrahlung durchaus begreiflich, daß cet. par. bei gleicher Masse der Planet mit größerer Oberfläche (geringerer Dichte) sich rascher abkühlt, als der dichtere, also eine niedrigere Temperatur hat, zugleich mit der durch den Quotienten m/o gegebenen geringeren Schwerkraft. (Saturn - Jupiter). Im übrigen bringt das 137 Seiten starke Buch nur Spekulationen ohne greifbares Ergebnis, wenn auch durchaus in physikalischen Formen und Begriffen, und steht wenigstens insofern höher als die zahlreichen laienhaften „Lösungen" des Schwerkraftproblems.

Bk.

Elektrizitätslehre. Von Dr. Hans Hess, Professor am Realgymnasium Nürnberg. VIII und 148 Seiten, 115 Textfiguren. Nürnberg 1919, Verlag von Carl Koch. Kartoniert Mk. 6.50.

Das Buch enthält die ganze Elektrizitätslehre in gedrängter Form und legt den Betrachtungen eine Hypothese über das Wesen des Äthers zugrunde: dieser soll ein den Raum kontinuierlich erfüllendes „Gas" sein, die Elektronen diejenigen Mengen desselben, die an eine Wertigkeit gebunden sind; bei gegenseitiger Bindung von zwei einwertigen Atomen zu einem Molekül soll die Bindung durch ein „Bindeelektron", das nur einen sehr geringen Raum einnimmt, geschehen, entsprechend bei mehrwertigen Atomen, bei Verflüssigung und Erstarrung eines Stoffes. Auf dieser Hypothese, die das Mariotte-Gay-Lussacsche Gesetz, den osmotischen Druck usw. erklären soll, wird im wesentlichen die ganze Elektrizitätslehre aufgebaut. Die Entstehung des magnetischen Spannungszustandes im Äther durch den elektrischen Strom wird dadurch erklärt, daß die Verschiebung der elektrostatischen Kraftlinien eines bewegten Elektrons Zeit braucht, das Kraftfeld des bewegten Elektrons also anders aussieht als das des ruhenden. Der Verfasser will mit diesen Betrachtungen Studierenden (und wohl auch Schülern?) ein Führer sein; ob sich das Buch hierfür eignet, erscheint mir zweifelhaft: denn der Anfänger in der Wissenschaft

soll doch nicht von vornherein auf eine persönliche Hypothese festgenagelt werden, die ja nur eine von vielen möglichen ist und in jedem Augenblick abgeändert oder überholt werden kann. Für die Erweiterung der Schulkenntnisse ist das Buch teilweise zu gedrängt geschrieben, auch wird das Studium durch Druckfehler und Versehen an wichtigen Stellen (z. B. Wechselströme) erschwert. Dagegen ist es für den Fachmann recht interessant und anregend, die scharfsinnigen Entwickelungen des Verfassers kennen zu lernen, wenn er auch hier und da noch Fragezeichen machen wird. Leider sind die vielen Anführungen und Andeutungen neuer Forschungsergebnisse meist ohne Angabe der Literatur gemacht worden. *F. Hochheim.*

Aufgaben und Lösungen aus der Gleich- und Wechselstromtechnik. Ein Übungsbuch für den Unterricht an technischen Hoch- und Fachschulen, sowie zum Selbststudium von Prof. H. VIEWEGER, 5. verbesserte Auflage, VI und 293 Seiten, 210 Textfiguren und 2 Tafeln. Berlin 1919, Verlag von Julius Springer. Geb. Mk. 14.00 und Teuerungszuschlag.

Das Werk ist in dieser Zeitschrift schon in 1. und 2. Auflage (**16**, 249 und **22**, 60) besprochen. Die Zahl der Aufgaben (es sind jetzt 322) und Figuren wurde seitdem erweitert; in letzter Auflage ist ein neuer § über „Berechnung von Leitungen" eingeschoben. Die Vermehrung des Aufgabenmaterials machte allerdings Zusammenziehungen an anderen Stellen notwendig. Die wesentlichste Neuerung der jetzigen Auflage liegt darin, daß die Sammlung sich nicht mehr wie früher auf ein bestimmtes Lehrbuch stützt, sondern selbst die Gesetze und Formeln mit Begründungen und Beweisen gibt; darin liegt ein großer Vorteil, zumal diese im allgemeinen leicht verständlich gehalten sind. — Die Brauchbarkeit des Buches für technische Schulen erhellt aus der Zahl der Neuauflagen. Aber auch der Lehrer der Physik an höheren Schulen wird es mit großem Vorteil benutzen können: eine ganze Reihe von Aufgaben eignet sich durchaus für den Unterricht, zumal zu jeder gelösten Aufgabe noch zwei ungelöste Zahlenbeispiele beigefügt sind. Die Mehrzahl der Aufgaben geht natürlich weit über den Rahmen der höheren Lehranstalten hinaus. Aber auch diese (z. B. über die Dimensionierung von Dynamos, Motoren, Transformatoren, die Berechnung von Leitungen) können dem Physiklehrer persönlich viel über technische Fragen und Probleme sagen; denn es gibt keinen bequemeren Weg zur Orientierung in diesem Gebiete als das Studium solcher ausführlich gelöster Aufgaben aus der Praxis. Die schon in den früheren Besprechungen gerügte Benutzung derselben Buchstaben (z. B. Q) für verschiedene Bedeutungen muß man freilich immer noch in Kauf nehmen. Das Buch würde sich u. a. für Handbibliotheken physikalischer Sammlungen gut eignen. *F. Hochheim.*

Das Problem der künstlichen Wetterbeeinflussung. Von DR. A. WENDLER. Selbstverlag des Verf. Erlangen. 57 S.

Im allgemeinen gleicht der Meteorologe heute noch einem schlechten Arzt. Die Diagnose ist meist unvollständig, die Prognose unsicher — und eine Therapie nur in einzelnen Ausnahmefällen möglich. Unter solchen Umständen weisen Schriften, die sich mit Fragen der künstlichen Wetterbeeinflussung beschäftigen, vorläufig noch in eine ferne Zukunft. Trotzdem sind sie zu begrüßen, denn niemals kann man die Ziele weit genug stecken. Freilich dürfen sich solche Schriften nicht in uferlose Phantastereien verlieren, wie es oft geschieht. Das macht sie wertlos. Der Verfasser der oben genannten Arbeit hält sich in dankenswerter Weise im allgemeinen frei von allzu kühnen Träumen, wenn er auch gelegentlich seine Hoffnung auf Erscheinungen setzt, die wir heute noch ganz und gar nicht in unserer Gewalt haben. So denkt er, allerdings mehr in Form einer Randbemerkung, an eine technische Ausnützung der Atomenergien.

Abgesehen von solchen für den Gesamtinhalt unwichtigen Einzelheiten ist das Büchlein durchaus lesenswert. Es zeigt zunächst klar und deutlich, daß in manchen Fällen eine Wetterbeeinflussung bereits möglich ist. Der Blitzableiter stellt in gewissem Sinne eine solche dar, und die Frostbekämpfung hat in ihren verschiedenen Formen gute Erfolge erzielt. Dagegen haben die Versuche über Hagelbekämpfung durch „Wetterschießen" und die verschiedenen Einrichtungen zur Regenerzeugung noch keinen Nutzen gehabt.

Diese teils gelungenen teils mißlungenen Versuche veranlaßten den Verfasser, Klarheit über die notwendigen Grundlagen einer Wetterbeeinflussung zu suchen. Er findet, daß eine solche Beeinflussung auf zweierlei Weise möglich ist. Durch Dauerwirkung — und durch einen einzelnen Eingriff. Dauerwirkungen kennen wir bereits. Sie sind klimatischer Natur. Wälder, Seen, Städte, Bodenerhebungen usw. verändern den Witterungscharakter größerer Landstriche in ganz bestimmter Weise — und scheinen auch auf Hagel, Gewitter und Regenbildung nicht ohne Einfluß zu sein. Es würde sich also darum handeln, über die Art dieser Wirkungen volle Klarheit zu erlangen, — und gegebenenfalls durch künstliche Schaffung von Anpflanzungen und dergl. solche Wirkungen willkürlich hervorzubringen.

Der Einzeleingriff hat die Umgestaltung der gerade vorhandenen Wetterlage zum Gegenstand. Meist wird es sich wohl um die Hervorbringung des wichtigen Regens handeln. Diese Aufgabe dürfte, wie der Verfasser richtig ausführt, völlig unlösbar sein, wenn man darauf ausgehen wollte, bei jeder beliebigen Wetterlage Regen zu erzeugen. Die von uns beherrschten Energiemengen sind so gering, daß sie gegen die bei den Naturvorgängen umgesetzten Energien gar nicht in Betracht kommen. Ungleich günstiger liegen die Verhältnisse, wenn es sich um die Auslösung eines labilen Gleichgewichtszustandes handelt, wie er in der Atmosphäre oft vorkommt. Zur Auslösung der Kondensation wäre manchmal nur eine geringfühige Abkühlung, oder die Herstellung verhältnismäßig kleiner Mengen von Kondensationskernen in Form von Staub, nitrosen Gasen oder Ionen nötig. Manchmal wird vielleicht Lufterschütterung schon genügen, um labige Zustände auszulösen.

Einwirkungen auf labile Gleichgewichtszustände sind heute leichter möglich als früher, weil wir im Flugzeug die betreffenden Gebiete selbst aufsuchen können. Selbstverständlich wird es aber noch eines langen Studiums bedürfen — und einer wesentlichen Verbesserung der Prognosenkunst, um die Zustände der Atmosphäre zu erkennen, bei denen eine Einwirkung möglich ist, und um die Gebiete aufsuchen zu können, bei denen sie erfolgreich ist. Der Lösung dieser wichtigen Frage wird uns das vom Verf. angelegentlich empfohlene meteorologische Experiment, das viel zu wenig gepflegt wird, sicher näher bringen.

Die Schrift ist für alle diejenigen, die Interesse an der behandelten Frage haben, um so anregender, als ein ausführliches Literaturverzeichnis fast alle in das Gebiet fallenden Arbeiten aufzählt. *Dr. V. Engelhardt.*

Physik der Sonnen- und Himmelsstrahlung. Von E. Dorno. (Die Wissenschaft, Bd. 63.) Fr. Vieweg u. Sohn in Braunschweig, 1919, 126 S.

Der Verfasser hat seit Jahren an seinem Wohnorte Davos mit einem hervorragend ausgestatteten Instrumentarium Versuche über die Sonnen- und Himmelsstrahlung angestellt. In einem dreijährigen, von 1908 bis 1910 reichenden Turnus hat er mit für praktische Zwecke genügender Sicherheit Normalwerte festgestellt. Seine dabei gesammelten Erfahrungen werden die Arbeitszeit anderer Stationen zu kürzen vermögen. Die Zahlen müssen durch Parallelzahlen anderer Orte ergänzt werden. Das Preußische Meteorologische Institut hat Dornos Untersuchungen, die zunächst in einem Werke über das Klima des Hochgebirges niedergelegt waren, sowohl durch Herausgabe seiner späteren Arbeiten, wie auch durch systematische Untersuchungen im Potsdamer Institut in erfreulicher Weise unterstützt. Die grundlegende Bedeutung der Strahlung für das irdische Leben, ihre Größe und das Verhältnis von Sonnen- und Himmelsstrahlung, ihre Schwankungen im Laufe des Tages und der Jahreszeiten, ihr periodischer und aperiodischer Wechsel sind wichtig genug, um uns eingehend damit zu beschäftigen. Mit Staunen wird jeder Physiker, der das klar und zielsicher geschriebene Buch liest, erkennen, wie vielseitig die Probleme sind und welche Ausblicke sie gewähren. Auch für den vorgesehenen Bau unserer Siedlungen werden die Untersuchungen über die Verhältnisse von Oberlicht, Vorderlicht und Hinterlicht Bedeutung erlangen. Man bedenke z. B., daß Davos im Winter die 6fache, im Jahresmittel die 2,5fache Helligkeit von Kiel hat und daß die Helligkeitsschwankungen hier bis zum 7fachen Werte von Davos ansteigen. Sehr beachtenswert für die Lichttherapie, die schon heute ein großes Anwendungsgebiet gefunden hat, sind die lichtbiologischen Studien, für die Dorno manche Anregung bringt. Das Studium des Buches mit seinem Niederschlag langjähriger eigener Untersuchungen, die mit großer Liebe, Sorgfalt und Arbeitseifer durchgeführt sind, wird jedem Physiklehrer reiche Anregung bringen, die er auch im Unterricht gern gelegentlich verwerten wird. *Grosse, Bremen.*

Lehrbuch der Anorganischen Chemie. Von Dr. Karl A. Hofmann, o. Prof. u. Leiter des anorg.-chem. Lab. d. Techn. Hochschule Berlin, Geh. Reg.-Rat usw. 2. Aufl. Mit 122 Abb. u. 7 farb. Spektraltf. Braunschweig, Vieweg u. Sohn 1919. XX. u. 744 S. M. 21,—, geb. M. 25,60.

Unsere beim Erscheinen der ersten Auflage ausgesprochene Vermutung, daß „das Hofmannsche Lehrbuch berufen zu sein scheint, an der Spitze der chemischen Lehrbücher zu marschieren, ja das deutsche Lehrbuch der Chemie zu werden“ (vgl. *ds. Ztschr. 31, S. 229*) ist durch das ungemein rasche Erscheinen der Neuauflage wohl vollauf bestätigt. In der neuen Ausgabe sind Berichtigungen geschichtlicher Art sowie zweckmäßige Umstellungen, z. B. des Periodischen Systems und der Dissoziationstheorie, wie auch Kürzungen, z. B. in den technologischen Abschnitten vorgenommen, so daß der Umfang nicht vermehrt, vielmehr etwas gekürzt wurde. Neu eingefügt wurden die sich um die Atommodelle von Bohr und Debye gruppierenden Forschungsergebnisse, deren eingehende und lichtvolle Behandlung eine besondere Bereicherung der neuen

Ausgabe darstellt. Auch die Nomenklaturvorschläge von Prof. Dr. A. Stock, über die in diesem Heft (S. 41) besonders berichtet wird, sind hier bereits durchgeführt. In theoretischer Hinsicht könnte die Einführung der Avogadroschen Hypothese (S. 44) — die heute schon Gesetz genannt werden kann — mit mehr Wucht geschehen, damit der Studierende merkt, er hat es hier mit einer Hauptsäule des modernen Lehrgebäudes der Chemie zu tun. Auch muß bedauert werden, daß hier wie auch sonst in akademischen Lehrbüchern die wundervollen graphischen Versinnlichungen, wie sie A. W. v. Hofmann bei Gelegenheit der Gasvolumgesetze in seiner klassischen „Modernen Chemie“ so ausgiebig verwendet hat — ausgezogene und punktierte Quadrate, die dem Studierenden sofortige größte Klarheit vermitteln — gar nicht mehr oder nur wenig verwertet werden. In geschichtlicher Hinsicht sei bemerkt, daß als Entdecker der Schießbaumwolle Schönbein mehr hervortreten könnte, während jetzt R. Böttger als gleichwertig erscheint; letzterer, der nach seinen eigenen Worten zu der Auffindung kam, „angespornt und aufgemuntert durch die von Schönbein bereits veröffentlichten Eigenschaften der Schießbaumwolle“ ist mehr als bloßer Nachentdecker anzusehen (wie aus den Darlegungen in Kahlbaums Monographien, Heft IV u. VI, hervorgeht). Die in der vorigen Besprechung beanstandete Kennzeichnung des Lavoisierschen Grundversuches stimmt auch jetzt noch nicht mit dem überein, was Lavoisier selbst über seinen Versuch geschrieben hat; wir gedenken auf die Sache zurückzukommen und möchten nur den Wunsch anknüpfen, einstweilen jene Darstellung nicht in die Schullehrbücher zu übernehmen. Die lange gesuchte, F. Paneth 1918 gelungene Darstellung des Wismutwasserstoffs (vgl. *diese Zeitschr. 32, S. 27*) konnte wohl zur Zeit der Drucklegung noch nicht berücksichtigt werden. Die „höchsten Temperaturen, die wir erzeugen können“, werden nicht in den „Verbrennungen“ (S. 29) von Zn, Mg usw., sondern im elektrischen Lichtbogen erreicht. Alles in allem hat aber das Buch in der Neuausgabe nur noch erheblich gewonnen. Alle Chemielehrer an höheren Lehranstalten müssen das Buch besitzen. Sie werden aus ihm im ganzen wie im einzelnen ungemein viele Belehrungen und Anregungen schöpfen, aber sich doch ihren Unterricht, entsprechend den andersartigen Verhältnissen und Zielen, in Lehrgang und Lehrbuch allein aufbauen müssen. Wenigstens hat, seit dem Auftreten des chemischen Unterrichts an den Realanstalten, einer gesunden Entwickelung der chemischen Mittelschulmethodik Jahrzehnte hindurch nichts mehr geschadet, als die unmittelbare Nachahmung der akademischen, aus fachwissenschaftlichen Gründen ganz systematisch angelegten Lehrbücher. Der Verlagshandlung ist es als besonderes Verdienst anzurechnen, daß sie den Preis des die weiteste Verbreitung verdienenden Buches nur ganz geringfügig erhöht hat.

O. Ohmann.

Entstehung und Ausbreitung der Alchemie mit einem Anhange: Zur älteren Geschichte der Metalle. Ein Beitrag zur Kulturgeschichte. Von Edmund O. von Lippmann. Berlin, Julius Springer, 1919. XVI und 742 S. M. 36, geb. M. 45 und Teuerungszuschlag.

Seit Hermann Kopps klassische Werke erschienen sind, hat Berthelot durch Herausgabe und Übersetzung der ältesten Urkunden sowie jüngerer Schriften ein gewaltiges Material über die Entwickelung der Chemie und Alchemie im hellenisierten Ägypten, sowie bei den Persern, Syrern und Arabern beigebracht. Zu zusammenfassender, einheitlicher Darstellung ist er jedoch nicht gelangt. Dieser schwierigen Aufgabe hat sich unter Hinzuziehung aller sonstigen neueren Veröffentlichungen verwandten Inhalts Edmund O. von Lippmann, dessen Verdienste um die Geschichte der Chemie längst anerkannt sind, unterzogen. Hierbei lag ihm nicht daran, die spätere Alchemie des christlichen Abendlandes, für die ausgezeichnete Darstellungen bereits vorliegen, sondern ihre Entstehung und Verbreitung seit dem Altertum bis etwa ins 11. Jahrhundert zu schildern. Dies ist ihm auch — soweit es bei der Unvollständigkeit der Überlieferungen überhaupt möglich ist — gelungen, und zwar nach Inhalt und Form in gleich vorzüglicher Weise. Hierbei kam ihm eine umfassende Sach- und Literaturkenntnis, die sich selbst auf fernere Gebiete erstreckt, zu statten, sowie die Fähigkeit, die Quellenschriften in wahrhaft kritischer Weise zu benutzen; auch hatte er sich der Unterstützung hervorragender Altphilologen, Orientalisten usw. zu erfreuen.

Aus den interessanten Ergebnissen des Verfassers, die außer für die Geschichte der damals mit der allgemeinen Chemie untrennbar verbundenen Alchemie auch für die Physik, Astronomie, Astrologie, Philosophie, Religion usw. von Bedeutung sind, sei wenigstens das Allerwichtigste mitgeteilt. Der Verfasser bestätigt, daß der Alchemie uralte Beobachtungen an Metallen und Legierungen, sowie allerlei Kunstgriffe zur Verfälschung und Nachahmung von Edelmetallen, Perlen und Edelsteinen zugrunde liegen. Diese vorwiegend von ägyptischen Priestern gesammelten Erfahrungen wurden allmählich im alchemistischen Sinne, d. h. im Sinne der Möglichkeit einer wirklichen Umwandlung geringerer Metalle in Gold und Silber, umgedeutet. Es geschah dies auch in Ägypten, und zwar in der hellenistischen Zeit unter dem Einfluß der griechischen

Naturphilosophie mit ihrer Lehre von den vier Elementen. Sehr wichtig erscheint dem Verfasser der Einfluß der stoischen Schule, die nicht nur für die Allgemeinbildung des ausgehenden Altertums die größte Bedeutung hatte, sondern auch die für die Alchemie wichtige Vorstellung schuf, die vier Elemente seien nicht selbständige Grundstoffe, sondern durch das göttliche Prinzip aus derselben Urmaterie geformt und daher ineinander verwandelbar. Nach den griechischen werden die syrischen Alchemisten, die die Schriften der Alexandriner ins Syrische übersetzt haben, besprochen. Sie waren nicht schöpferisch, sondern zehrten im wesentlichen von der Hinterlassenschaft ihrer hellenistischen Vorgänger. Das Gleiche gilt für die Araber, die im 7. Jahrhundert die griechischen Alchemisten kennen lernten, und deren Bedeutung in der Vermittelung zwischen diesen und dem christlichen Abendland besteht, ähnlich wie es auch für die eigentlichen Wissenschaften der Fall ist. Die Vorstellungen von den auf den arabischen Hochschulen Spaniens studierenden Jünglingen des Abendlandes sind übrigens übertrieben, auch haben bei der Übersetzung der ursprünglich griechischen Schriften aus dem Arabischen ins Lateinische vor allem spanische gelehrte Juden mitgewirkt. Daneben hat es auch — was wenig bekannt ist und daher sehr betont wird — eine unmittelbare Überlieferung von den griechischen Alchemisten zu denen des christlichen Mittelalters gegeben, und zwar auf dem Wege über Sizilien, wo die ältesten Schriften unmittelbar ins Lateinische übertragen wurden. Aus der Fülle der interessanten Einzeltatsachen sei nur erwähnt, daß nach Zosimos, der um 300 nach Chr. zu Alexandria lebte, schon die Priester des alten Ägyptens die Wage gebrauchten und von der Verbindung der Stoffe nach bestimmten Verhältnissen Kenntnis hatten. Den Abschluß des Werkes bildet eine Auseinandersetzung des Verfassers mit Berthelot. Er erkennt die Verdienste des französischen Forschers auf verschiedenen Gebieten mit ehrenden Worten an, übt aber an ihm als Historiker scharfe und durchaus berechtigte Kritik. Insbesondere wird die Willkür, mit der er bei der Gestaltung der Texte und Übersetzungen auf Grund vorgefaßter Meinungen verfuhr, gerügt, ebenso sein Selbstlob und sein Mangel an Gerechtigkeit gegenüber seinen Vorgängern. Dabei tritt der Verfasser mit berechtigter Wärme für den von Berthelot meist totgeschwiegenen Altmeister Hermann Kopp ein, dessen „vorbildliche Genauigkeit und Gewissenhaftigkeit in der Verwertung einer riesigen Quellen- und Literaturkenntnis“ er als immer wieder bestätigt hervorhebt. Möge es Edmund O. von Lippmann, der neben der Leitung eines großen industriellen Unternehmens Zeit zur Lösung so umfassender wissenschaftlichen Aufgaben findet, vergönnt sein, noch lange als würdiger Jünger Kopps zur Ehre der deutschen Wissenschaft zu wirken.

J. Schiff.

Grundlinien der Chemie für Oberrealschulen. Von J. Rippel, k. k. Prof. an der Staatsoberrealschule in Wien XV. 1. Teil. Anorganische Chemie. 4. verb. Aufl. 280 S. Geb. K. 6,60. 2. Teil. Organische Chemie. 3. verb. Aufl. 212 S. Geb. K. 4,—. Wien, F. Deuticke, 1918 bzw. 1917.

Beide Bücher stellen einen klar und geschickt verfaßten Abriß der systematischen chemischen Wissenschaft dar, der mehr oder weniger vollständig den üblichen akademischen Lehrgang widerspiegelt. Es ist nur die Frage, ob wir mit einem solchen Verfahren, wobei schon vor der Durchnahme der ersten chemischen Elemente bereits die Atom- und Molekulartheorie nebst anderen abstrakten Begriffen behandelt werden und bei jener Durchnahme schon wer weiß wie viel von dem späteren Lehrgange vorweggenommen wird, dem Interesse der Schule und auch der Chemie, als Schulfach betrachtet, dienen. Wer von dem Wert wirklich methodischer Lehrbücher durchdrungen ist, die die Behandlung des schwierigen Lehrstoffes ganz unabhängig vom akademischen Vorbild, ausschließlich gemäß dem jugendlichen Auffassungsvermögen zu gestalten und ihn schrittweise zu bewältigen suchen, der wird jene Frage verneinen. Trotz aller Fortschritte der chemischen Methodik gibt es aber noch viele, die an der rein systematischen Behandlungsweise festhalten; ihnen seien die Lehrbücher des Verfassers erneut zur Beachtung empfohlen.

O.

Grundriß der Chemie für den Unterricht an höheren Lehranstalten. Von Dr. Fr. Rüdorff. Ausgabe B, bearbeitet von A. Krause. Mit zahlr. Abb. u. 1 Spektraltafel. 17. Aufl. Berlin, H. W. Müller, 1919. 300 S. Geb. M. 5,50.

Die von Dr. E. Wilberg besorgte neue Ausgabe zeigt verschiedene Verbesserungen in den technologischen Teilen sowie einfache und klare kurze Angaben über die neueren Anschauungen vom Bau der chemischen Atome. Der Charakter des Buches — die übliche, rein systematische Stoffanordnung — ist nicht geändert worden. Bei der Durchsicht fiel dem Ref. auf, daß zur räumlichen Synthese von *H* und *Cl* ein Hahnglasrohr (Fig. 24) verwendet wird, das im Verhältnis von 1 : 1 geteilt ist; das kann nicht als eine Verbesserung gegenüber dem A. W. Hofmannschen Hahnglasrohr bezeichnet werden, das im Verhältnis von 2 : 1 geteilt ist und gerade dadurch so beweisend wirkt, daß nach dem Öffnen unter Wasser nur noch 1 Raumteil *H* oder auch

Cl übrig bleibt. Die Rechtschreibung (Calcium — an Stelle des monströsen Kalzium —, Acetylen usw.) ist durchgängig wissenschaftlich genau. Den Freunden einer systematischen Behandlungsweise ist das bewährte Buch von neuem zu empfehlen. *O.*

Die physikalisch-chemischen Grundlagen der Biologie. Mit einer Einführung in die Grundbegriffe der höheren Mathematik. Von Dr. E. Eichwald und Dr. A. Fodor, ehemal. bzw. erster Assistent am Physiolog. Institut der Univ. Halle. Mit 119 Abb. u. 2 Tf. Berlin, J. Springer, 1919. X u. 510 S. M. 42,—. Geb. M. 48,— + T.-Z.

Ein gediegenes Werk, das einerseits Zeugnis ablegt von dem ungeheueren Aufschwung, den die biologische Forschung genommen hat, andererseits berufen ist, fruchtbringend zur Vertiefung des biologischen Studiums beizutragen. „Das Rüstzeug des Chemikers, des Physikers und des physikalischen Chemikers ist erforderlich, um mit vollem Erfolg an den laufenden Forschungen der Biologen teilzunehmen oder ihren Ergebnissen mit Verständnis zu folgen", sagt mit Recht Emil Abderhalden in dem „Geleitwort", das er dem ganz aus seiner Schule hervorgegangenen Buche beigibt. Da dieses Rüstzeug nicht ohne mathematische Begründung erworben werden kann, so ergab sich die mathematische „Einführung" (S. 10—78), die in knapper Form die wichtigsten Operationen der Infinitesimalrechnung mit großer Klarheit wiedergibt. Für die chemischen Grundlagen der Biologie sind wohl ausreichende Werke vorhanden (es sei z. B. an die ausgezeichnete „Biochemie" von F. Röhmann (Breslau) und „Grundlagen und Ergebnisse der Pflanzenchemie" von H. Euler (Stockholm) erinnert (*diese Zeitschr. 24, 317 bzw. 21, 422 u. 23, 136*) — nicht jedoch für die physikalische Chemie. Diese Lücke vermag das vorliegende Buch auszufüllen, das im I. Hauptkapitel „Zustand der Materie" sowohl die drei Aggregatzustände einschließlich der „Kristallstruktur" behandelt, wobei die Theorie der Raumgitter gebührend berücksichtigt ist, als auch gründliche Belehrungen über den dispersen Zustand, die verdünnten Lösungen (einschließlich Ionentheorie), die Erscheinungen an Grenzflächen und, besonders sorgfältig, die kolloiden Systeme bietet. Der II. Hauptabschnitt bringt die Atomtheorie und Strukturlehre; der III. die Kinetik der chemischen Reaktionen, der letzte die Lehre von der Energie, wobei die beiden Wärmesätze, die Anwendungen der Thermodynamik, die Elektro- und Photochemie in ihrer Bedeutung für die Biologie zur Darstellung kommen. Überall geht die Behandlung weniger in die Breite als in die Tiefe. Sehr zweckmäßig hinsichtlich der Namengebung ist die jedesmalige Angabe des Autors, der für eine Sache die neue Bezeichnung zuerst einführte, z. B. für die ungeformten Fermente „Enzyme" (nach Kühne) oder für die großen Gruppen der aufbauenden und abbauenden chemischen Reaktionen „Assimilation und Dissimilation (Hering)", — ein nachahmenswerter Brauch, weil hiermit sogleich ein gewisses historisches Band geknüpft ist. Bei der Besprechung der durch das Vorhandensein eines asymmetrischen Kohlenstoffatoms bedingten optischen Aktivität sind die beiden, die Rechts- und Linksdrehung erläuternden Figuren (S. 306, Fig. 85) versehentlich kongruent statt spiegelbildlich gezeichnet. Ein Namenregister fehlt, das Sachregister könnte noch etwas ausführlicher sein. Alles in allem ist das Buch eine außerordentlich dankenswerte Erscheinung der biologischen Literatur und wird sich viele Freunde in den verschiedensten Kreisen erwerben. Es sei allgemeiner Beachtung empfohlen. *O. Ohmann.*

Fleisch- oder Pflanzenkost? Justus Liebig über Nahrung, Ernährung, Zubereitung und Zusammensetzung der Speisen und Getränke. Herausgegeben und erläutert von Dr. Albert Neuburger. Voigtländers Quellenbücher, Bd. 85. Leipzig, R. Voigtländers Verlag. 137 S. Kartoniert M. 1,—.

Liebigs grundlegende Untersuchungen über plastische Nährstoffe, Respirations- und Genußmittel, den Vorgang der Ernährung usw. sind mit ihren für das Leben des Einzelnen wie der Gesamtheit gleich wichtigen Ergebnissen noch lange nicht in dem Maße Allgemeingut geworden, wie sie es verdienen und wie es auch gerade in der Gegenwart mit ihren wirtschaftlichen Nöten wünschenswert wäre. Es war daher ein guter Gedanke des Herausgebers, die betreffenden Abschnitte aus den „Chemischen Briefen" des großen Chemikers neu zu veröffentlichen. Eine gründliche Einleitung und zahlreiche Anmerkungen tragen zum Verständnis bei und zeigen in überraschender Weise, wie Liebigs Lehren durch die spätere Forschung fast nur Bestätigung gefunden haben. Das Büchlein kann für Unterrichtszwecke warm empfohlen werden; auch reifere Schüler werden diese in klassischer Form dargebotenen Ausführungen mit Vorteil lesen. Die Verwechselungen von Temperatur und Wärmemenge (S. 51) und von Wasser- und Wasserstoffgas (S. 79), die der Text enthält und die zur Zeit Liebigs häufig gemacht wurden, könnten im Falle eines Neudrucks durch Anmerkungen aufgeklärt werden. *J. Schiff.*

Himmelserscheinungen im Mai und Juni 1920.

12h = Mittag, 0h und 24h = Mitternacht. (Berliner Zeit = MEZ − 0,1h).

MEZ 12h		Mai 1	6	11	16	21	26	31	Juni 5	10	15	20	25	30
☿	AR	1h 9m	1.39	2.12	2.48	3.29	4.14	5.0	5.46	6.28	7.6	7.38	8.5	8.25
	D	4°	8	11	15	19	22	24	25	25	25	23	21	19
♀	AR	1h 30m	1.53	2.17	2.41	3.5	3.29	3.54	4.20	4.46	5.12	5.39	6.6	6.32
	D	8°	10	12	14	16	18	20	21	22	23	23	24	24
☉	AR	3h 33m	2.53	3.12	3.32	3.52	4.12	4.32	4.53	5.13	5.34	5.55	6.16	6.36
	D	15,1°	16,5	17,9	19,1	20,2	21,1	21,9	22,5	23,0	23,3	23,4	23,4	23,2
♂	AR	13h 43m	13.36	13.30	13.25	13.22	13.19	13.18	13.19	13.20	13.23	13.26	13.31	13.36
	D	−9°	−9	−9	−8	−8	−8	−8	−9	−9	−9	−10	−10	−11
♃	AR	8h 48m		8.52		8.56		9.2		9.8		9.15		9.22
	D	19°		19		18		18		17		17		16
♄	AR	10h 30m				10.30				10.33				10.39
	D	11°				11				11				11
Sternzeit[1]		2h 36m	2.55.	3.15.	3.35.	3.55.	4.14.	4.34.	4.54.	5.13.	5.33.	5.53.	6.13.	6.32.
		17s	59	42	25	8	51	33	16	59	42	24	7	50
Zeitgl.		2m 57s	3.29	3.45	3.48	3.35	3.10	2.33	−1.46	−0.50	+0.11	1.16	2.21	3.23

Breite von Berlin. Ortszeit. Oberer Rand von ☉ und ☾

☉	Aufg.	4h 29m	4.19	4.11	4.3	3.56	3.49	3.44	3.40	3.37	3.56	3.36	3.37	3.40
	Untergang	19h 26m	19.34	19.43	19.51	19.58	20.5	20.12	20.17	20.22	20.25	20.27	20.27	20.27
☾	Aufg.	17h 52m	22.48	0.56	2.55	7.13	13.30	18.59	22.34	0.7	2.43	8.44	14.48	19.27
	Untergang	3h 37m	6.28	11.30	17.42	23.6	0.59	3.5	7.12	12.44	19.3	22.40	0.13	3.9

[1]) Im Stargarder Meridian.

Sommersanfang: Juni 21, 19h MEZ.

Finsternisse: Totale Mondfinsternis Mai 3, Beginn 1h 1m MEZ, Totalität 2h 15m bis 3h 27m, Ende 4h 41m. In Berlin geht der Mond 12m vor Ende der Finsternis unter. — Partielle Sonnenfinsternis Mai 18, 7h, in Berlin unsichtbar.

	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel
Mondphasen MEZ		April 25d 14h 28m	Mai 3d 2h 47m	Mai 11d 6h 51m
	Mai 18d 7h 25m	Mai 24d 22h 7m	Juni 1d 8h 18m	Juni 9d 19h 59m
	Juni 16d 14h 41m	Juni 23d 7h 50m	Juli 1d 9h 41m	

Der **Mond** tritt zu folgenden Zeiten (MEZ) in die abgerundeten **Sternbilder** des **Tierkreises:**

Sternbild	W	S	Z	K	L	J	Wg	Sp	Sz	Sb	Ws	Fs	
Länge	25°	55°	85°	115°	145°	175°	205°	235°	265°	295°	325°	355°	
April						29,3d.	1,7	4,2	6,6	9,2	11,6	14,0	Mai
Mai	16,2d	18,2	20,2	22,2	24,2	26,5	29,0	31,4.	2,9	5,5	7,9	10,3	Juni
Juni	12,5d	14,6	16,7	18,6	20,7	22,9	25,1	27,7	30,3.	2,7			Juli

Tägliches **Erscheinen** und **Verschwinden** der Planeten. **Ortszeit.** Breite von Berlin.

Tag	☿
Mai	unsichtbar
Juni	

Tag	♂ Jungfrau nachm.	♂ Jungfrau vorm.	♃ (Krebs) nachm.	♃ (Krebs) vorm. nachm.	♄ (Löwe) nachm.	♄ (Löwe) vorm. nachm.
V 1	D 8,8h	D 3,1h	D 8,6	U 2,0 v	D 8,8	U 3,0 v
21	D 9,6h	D 2,3h	D 9,4	U 0,8 v	D 9,6	U 1,7 v
VI 10	D 10,2h	U 1,4h	D 9,8	U 11,6 n	D 10,2	U 0,4 v
30	D 10,3h	U 0,1h	D 10,1	U 10,4 n	D 10,3	U 11,1 n

A = Aufgang; U = Untergang; D = Dämmerung. *M. Koppe.*

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.

Verlag von Julius Springer in Berlin W. — Druck der Univ.-Druckerei H. Stürtz A. G., Würzburg.